

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI



DÜZCE İLİNDE FINDIK BAHÇELERİNDE *Botrytis cinerea*'NİN NEDEN OLDUĞU GRİ KÜFÜN KONTROLÜ

BİTKİ KORUMA DOKTORA TEZİ

ESRA KARA

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. MEHMET ERHAN GÖRE

BOLU, ARALIK 2025

KABUL VE ONAY SAYFASI

Esra KARA tarafından hazırlanan “**DÜZCE İLİNDE FINDIK BAHÇELERİNDE *Botrytis cinerea*’NIN NEDEN OLDUĞU GRİ KÜFÜN KONTROLÜ**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Bitki Koruma Ana Bilim Dalı Bitki Koruma Programında Doktora Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.
26/12/2025

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Mehmet Erhan GÖRE
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Göksel ÖZER
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Harun BAYRAKTAR
Ankara Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Muharrem TÜRKKAN
Ordu Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Sibel DERVİŞ
Mardin Artuklu Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu ve Şablonuna uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir
- aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

.....

ESRA KARA

ÖZET

DÜZCE İLİNDE FINDIK BAHÇELERİNDE *Botrytis cinerea*'NİN NEDEN OLDUĞU GRİ KÜFÜN KONTROLÜ

DOKTORA TEZİ

ESRA KARA

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

BİTKİ KORUMA DOKTORA PROGRAMI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. MEHMET ERHAN GÖRE)

BOLU, ARALIK – 2025

XIII + 93 sayfa

Bu araştırma, Düzce ili ve ilçelerinde fındık (*Corylus avellana* L.) üretim alanlarında gri küf hastalığı etmeni *Botrytis cinerea*'nın yaygınlığını, patojenitesini ve bazı fungusitler ile biyolojik mücadele ajanlarına karşı duyarlılığını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. 2022 yılı üretim sezonunda gerçekleştirilen survey çalışmaları sonucunda 8 ilçede yer alan 166 adet bahçeden alınan örnekler değerlendirilmiş, toplam 163 örnekten 72 adet *B. cinerea* izolatı elde edilmiştir. Morfolojik ve moleküler analizlerle teşhis edilen izolatlar arasından seçilen yedi temsilci izolatın patojenisite testleri yapılmıştır. Çotanak, yaprak ve züruf denemelerinde 2B2 numaralı izolat en yüksek hastalık şiddetini göstermiştir. Bu izolat ile yürütülen fungusit denemelerinde en yüksek inhibisyon oranı 1 µg/mL dozda thiophanate-methyl (%95,96) ve tebuconazole (%73,30) ile belirlenmiştir. Biyolojik mücadele denemelerinde ise *Trichoderma harzianum* KRL AG-2'nin hastalık gelişimini tamamen engellediği, *Pythium oligandrum* M1'in yüksek düzeyde etkili olduğu saptanmıştır. Sonuçlar, *B. cinerea*'nın Düzce'de fındık üretim alanlarında önemli bir fitopatolojik potansiyel taşıdığını ve bazı biyolojik ajanların kimyasal fungusitlere alternatif oluşturabileceğini göstermektedir. Bu çalışma, sürdürülebilir fındık üretiminde entegre hastalık yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine bilimsel katkı sağlamaktadır.

ANAHTAR KELİMELE: *Corylus avellana*, *Botrytis cinerea*, fungusit duyarlılığı, biyolojik mücadele, Düzce

ABSTRACT

CONTROL OF GRAY MOLD CAUSED BY *Botrytis cinerea* IN HAZELNUT ORCHARDS IN DÜZCE PROVINCE

PHD THESIS

ESRA KARA

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

(SUPERVISOR: PROF. DR. MEHMET ERHAN GÖRE)

BOLU, DEC 2025

XIII + 93 pages

This study was conducted to determine the prevalence, pathogenicity, and sensitivity of the grey mold pathogen *Botrytis cinerea* to selected fungicides and biological control agents in hazelnut (*Corylus avellana* L.) production areas of Düzce province and its districts. During the 2022 production season, survey studies were carried out in 166 orchards across 8 districts, and a total of 72 *B. cinerea* isolates were obtained from 163 samples. Pathogen identification was confirmed by morphological and molecular analyses. Pathogenicity tests were performed on seven representative isolates selected from the total isolate collection. Among them, isolate 2B2 showed the highest disease severity in nut cluster, leaf, and husk assays. Fungicide sensitivity tests conducted with this isolate revealed that thiophanate-methyl (95,96% inhibition at 1 µg/mL) and tebuconazole (73.30% inhibition at 1 µg/mL) exhibited the strongest inhibitory effects. In biological control assays, *Trichoderma harzianum* KRL AG-2 completely suppressed disease development, while *Pythium oligandrum* M1 was also found to be highly effective. The results demonstrate that *B. cinerea* poses a significant phytopathological threat to hazelnut production areas in Düzce and that certain biological control agents may serve as potential alternatives to chemical fungicides. This study provides scientific support for the development of integrated disease management strategies toward sustainable hazelnut production.

Keywords: *Corylus avellana*, *Botrytis cinerea*, fungicide sensitivity, biological control, Düzce

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ETİK BEYAN.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLO LİSTESİ	x
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xii
TEŞEKKÜR	xiii
1.GİRİŞ	1
1.1 Fındığın Biyolojisi ve Taksonomisi.....	1
1.2 Fındık Bitkisindeki Hastalıklar ve <i>Botrytis cinerea</i> 'nın Kontrol Olanaklarına Yönelik Önceki Çalışmalar	4
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
2.1 Materyal.....	11
2.1.2 Fungal Patojenlerin İzolasyonunda ve Teşhisinde Kullanılan Besiyerleri ve Kimyasallar.....	11
2.2 Yöntem.....	13
2.2.1 Survey Çalışmaları	13
2.2.2 <i>Botrytis cinera</i> 'nın ve Diğer Fungusların İzolasyonu ve Teşhisi	16
2.2.2.1 İzolasyon Çalışmaları	16
2.2.2.2 Teşhis Çalışmaları.....	18
2.2.2.2.1 İzolatların Koloni Morfolojisi ve Spor Yapılarına Göre Konvansiyonel Teşhisleri.....	20
2.2.2.2.2 İzolatların Moleküler Teşhisi.....	21
2.2.3 <i>Botrytis cinera</i> ile Patojenisite Denemeleri	22
2.2.3.1 Çotanaklı Sürgün Yöntemi	24
2.2.3.2 Yaprak Yöntemi.....	25
2.2.3.3 Züraf Yöntemi.....	25
2.2.3.4 Elde Edilen Diğer İzolatlar ile Patojenisite Denemeleri	26
2.2.3.5 <i>Botrytis cinerea</i> ile Çeşit Reaksiyon Denemeleri.....	26
2.2.4 <i>In vitro</i> 'da <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 İzolatının Fungisitlere Duyarlılığı.....	27
2.2.5 Fungisitlerin <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 İzolatının Spor Çimlenmesine Etkileri ..	28
2.2.6 Fenotiplerin Uygunluk (Fitness) Bileşenlerinin Analizi	29
2.2.7 Fenotiplerdeki Duyarlılık Düzeyinin Belirlenmesi	29
2.2.7.1 <i>In vitro</i> 'da Fenotiplerin Fungisitlere Duyarlılığı	29
2.2.8 Biyolojik Mücadele	30
2.2.9 Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizlerinin Değerlendirilmesi	33

3. BULGULAR.....	34
3.1 Survey Çalışmaları ve Fungal Patojenlerin İzolasyonları.....	34
3.2 <i>Botrytis cinera</i> 'nın ve Diğer Fungusların Klasik ve Moleküler Yöntemlerle Teşhis Çalışmaları.....	34
3.2.1 İzolatların Koloni Morfolojisi ve Spor Yapılarına göre Konvansiyonel Teşhisleri.....	34
3.2.2 İzolatların Moleküler Yöntemlerle Teşhis Çalışmaları.....	36
3.2.3 <i>Botrytis cinera</i> ile Patojenisite Denemeleri.....	44
3.2.3.1 Çotanaklı Sürgün Yöntemi.....	45
3.2.3.2 Yaprak Yöntemi.....	47
3.2.3.3 Züraf Yöntemi.....	48
3.2.4 Elde Edilen Diğer İzolatlar ile Patojenisite Denemeleri.....	50
3.2.4.1. Çotanaklı Sürgün Yöntemi.....	50
3.2.4.2 Yaprak Yöntemi.....	54
3.2.4.3 Çeşit Reaksiyon Denemeleri.....	55
3.3 <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 İzolatının Fungisitlere <i>In vitro</i> Duyarlılığı.....	56
3.3.2 <i>Botrytis cinerea</i> 'nın Fungisitlere Duyarlılık Düzeyleri.....	65
3.3.3 Fungisitlerin Spor çimlenmesine Etkileri.....	65
3.3.4 Fenotiplerdeki Duyarlılık Düzeyinin Belirlenmesi.....	66
3.3.4.1 Fenotiplerin <i>in vitro</i> Koşullarda Miseliyal Gelişimi ve Spor Verimi.....	66
3.3.4.2 Fungisitlerin Fenotiplerdeki Duyarlılık Düzeyine Etkisi.....	67
3.3.4.3 Spor Çimlenme Değerlerinin Karşılaştırılması.....	75
3.3.4.4 Miseliyal Gelişim Denemelerinin Karşılaştırılması.....	76
3.3.4.5 Biyolojik Mücadele.....	77
4. TARTIŞMA.....	81
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	86
KAYNAKLAR.....	90

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Fındıkta dişi çiçekler (karanfiller) ve erkek çiçekler (püsler)	2
Şekil 1.2. Fındıkta çotanak yapısı	2
Şekil 2.1. Survey yapılan fındık bahçelerinin bulunduğu ilçeler.....	13
Şekil 2.2. Fındık üretim alanlarında yapılan survey çalışmaları.....	15
Şekil 2.3. Fındık üretim alanlarında yapılan survey çalışmaları.....	15
Şekil 2.4. Survey çalışmalarında hastalık semptomları gösteren çotanaklar	17
Şekil 2.5. Fungusların izolasyon çalışmalarında nemli hücre aşaması.....	17
Şekil 2.6. Elde edilen izolatların besiyerinden cryo tüplere alınması.....	18
Şekil 2.7. Cryo tüplerde muhafaza edilen izolatların PDA besiyerine alınması....	19
Şekil 2.8. Morfolojik gruplandırılması yapılmış izolatlar	19
Şekil 2.9. <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 ile çeşit reaksiyon denemesi	27
Şekil 2.10. Spor süspansiyonu uygulama aşaması.....	31
Şekil 2.11. Polietilen torbalar ile kapatılması aşaması	32
Şekil 3.1. <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının PDA besiyerindeki üst ve alt görüntüsü	35
Şekil 3.2. <i>Botrytis cinerea</i> 2A2 izolatının PDA besiyerindeki üst ve alt görüntüsü	35
Şekil 3.3. <i>Botrytis cinerea</i> konidi ve konidioforları'nın görüntüsü.....	36
Şekil 3.4. Bazı izolatların SCoT 13 primeri kullanılarak elde edilen jel elektroforezindeki bant profil görüntüleri.....	37
Şekil 3.5. <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının DNA bant görseli	37
Şekil 3.6. Survey alanları	43
Şekil 3.7. Çotanaklı sürgün yöntemi.....	45
Şekil 3.8. Çotanaklı sürgün yöntemi spor süspansiyonu	46
Şekil 3.9. <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatı yaprak yöntemi	48
Şekil 3.10. <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatı züruf yöntemi	49
Şekil 3.11. Kontrol grubu	50
Şekil 3.12. <i>Diaporthe</i> sp. A1 izolatı çotanak yöntemi patojenisite denemesi	51
Şekil 3.13. <i>Diaporthe</i> sp. D2 izolatı çotanak yöntemi patojenisite denemesi	51
Şekil 3.14. <i>Fusarium</i> sp. A5 izolatı çotanak yöntemi patojenisite denemesi	52
Şekil 3.15. <i>Diaporthe</i> sp. B5 izolatı çotanak yöntemi patojenisite denemesi.....	52

Şekil 3.16. <i>Fusarium</i> sp. 2A4 izolatu çotanak yöntemi patojenisite denemesi	52
Şekil 3.17. <i>Neopestilatiopsis</i> sp. E3 izolatu çotanak yöntemi patojenisite denemesi	53
Şekil 3.18. <i>Nigrospora</i> sp. D8 izolatu çotanak yöntemi patojenisite denemesi	53
Şekil 3.19. Yaprak yöntemi kontrol grubu	54
Şekil 3.20. <i>Diaporthe</i> sp. G3 izolatu yaprak yöntemi patojenisite denemesi	55
Şekil 3.21. <i>Fusarium</i> sp. A5 izolatu yaprak yöntemi patojenisite denemesi	55
Şekil 3.22. eřit reaksiyon denemeleri	55
Şekil 3.23. Azoxystrobin'in <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının miseliyal gelişimine etkisi	60
Şekil 3.24. Captan'ın <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının miseliyal gelişimine etkisi	61
Şekil 3.25. Cyprodinil'in <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının miseliyal gelişimine etkisi	62
Şekil 3.26. Tebuconazol'ün <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının miseliyal gelişimine etkisi	63
Şekil 3.27. Thiophanate methyl'in <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının miseliyal gelişimine etkisi	64
Şekil 3.28. Azoxystrobin fenotipinin miseliyal gelişime etkisi	70
Şekil 3.29. Captan fenotipinin miseliyal gelişime etkisi	71
Şekil 3.30. Cyprodinil fenotipinin miseliyal gelişimine etkisi	72
Şekil 3.31. Tebuconazole fenotipinin miseliyal gelişimine etkisi	73
Şekil 3.32. Thiophanate methyl fenotipinin miseliyal gelişimine etkisi	74
Şekil 3.33. Negatif Kontrol Grubu	78
Şekil 3.34. Pozitif Kontrol Grubu	78
Şekil 3.35. <i>Bacillus subtilis</i> GB03	78
Şekil 3.36. <i>Pseudomonas fluorescens</i>	79
Şekil 3.37. <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai KRL AG-2	79
Şekil 3.38. <i>Pythium oligandrum</i> strain M1	79
Şekil 3.39. <i>Beauveria bassiana</i> SC-1	80
Şekil 3.40. <i>Beauveria bassiana</i> SC-2	80
Şekil 3.41. <i>Beauveria bassiana</i> SC-3	80

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Ülkeler bazında Dünya fındık üretimi	1
Tablo 1.2. TÜİK verilerine göre Düzce ilinde ve Türkiye’de fındık üretim alanları ve üretim miktarları	4
Tablo 1.3. 2024 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye’de en çok fındık üretimi yapılan ilk 5 ilçe ve il sıralaması	4
Tablo 2.1. Çalışmalarda kullanılan fungusit etkili maddeleri	11
Tablo 2.2. Çalışmada kullanılan biyolojik preparatlar	12
Tablo 2.3. Survey yapılan bahçe sayıları ve <i>Botrytis cinerea</i> izolatu elde edilen bahçe sayıları	14
Tablo 2.4. Düzce ili ilçelerinde fındık ekiliş alanları ve incelenen ocak sayıları ..	16
Tablo 2.5. İzolatların klasik yöntemlere göre tanımlanmasında faydalanılan çalışmalar ve kriterler	20
Tablo 2.6. Hastalık şiddetinin hesaplamasında kullanan skala değerleri	24
Tablo 2.7. Yaprak yönteminde hastalık şiddetinin hesaplamasında kullanan skala değerleri	25
Tablo 2.8. Züraf denemesinde hastalık şiddetinin hesaplamasında kullanan skala değerleri	26
Tablo 3.1. Survey yapılan bahçe sayısı ve <i>B. cinerea</i> ’nın yaygınlık oranı	34
Tablo 3.2. Elde edilen izolatların BLAST analizi sonucunda farklı gen bölgelerine göre NCBI GenBank benzerlik oranları (%)	38
Tablo 3.3. <i>Botrytis cinerea</i> izolatlarının elde edildiği surveylere ait konum bilgileri	39
Tablo 3.4. Surveylerde elde edilen diğer izolatların konum bilgileri	43
Tablo 3.5. Çotanaklı sürgün yöntemi spor süspansiyonu patojenisite sonuçları ...	45
Tablo 3.6. Çotanaklı sürgün yöntemi, disk ile yapılan deneme sonuçları	46
Tablo 3.7. Yaprak yöntemi spor süspansiyonu patojenisite sonuçları	47
Tablo 3.8. Yaprak yöntemi disk ile yapılan deneme sonuçları	47
Tablo 3.9. Züraf yöntemi spor süspansiyonu patojenisite sonuçları	48
Tablo 3.10. Züraf yöntemi disk ile kurulan deneme sonuçları	49
Tablo 3.11. Çotanaklı sürgün yöntemi, disk ile yapılan deneme sonuçları	50
Tablo 3.12. Yaprak yöntemi patojenisite sonuçları	54
Tablo 3.13. Çeşit reaksiyon denemesi disk yöntemi (% Hastalık Şiddeti)	56
Tablo 3.14. Azoxystrobin etkili maddesinin farklı dozlarında <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının miseliyal gelişimi ve engelleme oranı	56

Tablo 3.15. Captan etkili maddesinin farklı dozlarında <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının miseliyal gelişimi ve engelleme oranı.....	57
Tablo 3.16. Cyprodinil etkili maddesinin farklı dozlarında <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının miseliyal gelişimi ve engelleme oranı.....	58
Tablo 3.17. Tebuconazole etkili maddesinin farklı dozlarında <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının miseliyal gelişimi ve engelleme oranı.....	58
Tablo 3.18. Thiophanate-methyl etkili maddesinin farklı dozlarında <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının miseliyal gelişimi ve engelleme oranı	59
Tablo 3.19. Fungisit etkili maddelerine ait dozların <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının koloni gelişimi üzerine etkilerinin kıyaslanması (cm)	60
Tablo 3.20. Miseliyal gelişimin %50 oranında engellendiği (EC ₅₀) doz ve bu değere göre seçilen fenotipler	65
Tablo 3.21. Fungisitlerin farklı dozlarının <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının spor çimlenmesi üzerine etkileri	65
Tablo 3.22. Fenotiplerde miseliyal büyüme hızı ve spor çimlenme değerleri.....	66
Tablo 3.23. Azoxystrobin etkili maddesinin farklı dozlarında azoxystrobin fenotipinin misel gelişimi ve engelleme oranı	67
Tablo 3.24. Captan etkili maddesinin farklı dozlarında captan fenotipinin misel gelişimi ve engelleme oranı	67
Tablo 3.25. Cyprodinil etkili maddesinin farklı dozlarında cyprodinil fenotipinin misel gelişimi ve engelleme oranı.....	68
Tablo 3.26. Tebuconazole etkili maddesinin farklı dozlarında tebuconazole fenotipi izolatının misel gelişimi ve engelleme oranı	69
Tablo 3.27. Thiophanate-methyl etkili maddesinin farklı dozlarında thiophanate methyl fenotipinin misel gelişimi ve engelleme oranı	69
Tablo 3.28. Fungisitlerin farklı dozlarının <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının spor çimlenmesi üzerine etkileri	75
Tablo 3.29. Fenotiplerde miseliyal büyüme hızı ve spor çimlenme değerleri.....	75
Tablo 3.30. Fungisitlerin <i>Botrytis cinerea</i> 2B2 izolatının koloni gelişimi üzerine etkilerinin kıyaslanması(cm).....	76
Tablo 3.31. Farklı fungisit etkili maddelerine ait dozların fenotiplerdeki koloni gelişimi üzerine etkilerinin kıyaslanması (cm)	76
Tablo 3.32. Biyolojik mücadele ajanları ve dozlara göre ortalama % hastalık şiddeti.....	77

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

bp	: Baz Çifti
cfu	: Colony Forming Unit
cm	: Santimetre
°C	: Santigrat Derece
DMSO	: Dimetil Sülfoksit
DNA	: Deoksiribonükleik Asit
dNTP	: Deoksiribonükleozid Trifosfat
EDTA	: Ethylenediaminetetraacetic Acid
gr	: Gram
ng	: Nanogram
µM	: Mikromolar
µl	: Mikrolitre
mg	: Miligram
MgCl₂	: Magnezyum Klorür
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mM	: Milimolar
NaOCl	: Sodyum Klorür
NCBI	: National Center of Biotechnology Information
PDA	: Patates Dekstroz Agar
sp.	: Tür
spp.	: Türler
PCR	: Polimeraz Chain Reaction
WA	: Water Agar

TEŞEKKÜR

‘Düzce İlinde Fındık Bahçelerinde *Botrytis cinerea*’nın Neden Olduğu Gri Küfün Kontrolü’ başlıklı doktora tez çalışmamın yürütülmesi ve tamamlanması sürecinde bana rehberlik eden, her türlü akademik bilgi ve birikimleri ile değerli desteğini, tecrübesini esirgemeyen, bu meşakkatli süreçte bana yol gösteren danışmanım sayın Prof. Dr. Mehmet Erhan GÖRE’ye en içten saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme komitemde yer alan, tezimin ilerlemesinde ve moleküler çalışmalarında desteğini her daim hissettiğim Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Moleküler Laboratuvarındaki her türlü çalışma imkanını bana sunan sayın Prof. Dr. Göksel ÖZER’e,

Tez izleme komitesinde bulunan tezimin ilerlemesi ve olgunlaşmasında sunduğu değerli katkıları için sayın Prof. Dr. Harun BAYRAKTAR’a teşekkürlerimi sunarım.

İklim odasında ve Mikoloji Laboratuvarında yürütmüş olduğum çalışmalarında çok büyük destekleri ve emekleri ile yanımda olan Ziraat Yüksek Mühendisleri Ebru KURTARICI, Melis GADIŞ BÜYÜKKESKİN ve Dr. İlhan BAL’a,

Moleküler laboratuvarındaki çalışmalarında yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen Ziraat Yüksek Mühendisi Tuğba BOZOĞLU’na ve Mehtap ALKAN’a,

Doktora eğitimim ve tüm eğitim hayatımın en başından bu yana bana gösterdikleri sevgileri, destekleri ve anlayışları ile hep yanımda hissettiğim anneme, babama ve kardeşime en kalpten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

1.GİRİŞ

Dünya genelinde üretimi yapılan sert kabuklu meyveler arasında fındık, ceviz ve badem önemli bir yer tutmaktadır. Bu türler içerisinde fındık, üretim miktarı bakımından üçüncü sırada yer almakta ve küresel ölçekte ekonomik değeri yüksek bir ürün olarak öne çıkmaktadır. Türkiye, uygun ekolojik koşulları ve geniş üretim alanları sayesinde dünya fındık üretiminde lider konumdadır. Kültürü yapılan fındık çeşitleri başta Türkiye olmak üzere İtalya, İspanya, Amerika Birleşik Devletleri, Şili, Çin, İran, Yunanistan, Fransa, Azerbaycan, Rusya ve Gürcistan gibi ülkelerde de yetiştirilmektedir (Bars, 2020).

Tablo 1.1 Ülkeler bazında Dünya fındık üretimi (FAO, 2023)

Ülke	Üretim miktarı (Ton)
Türkiye	650.000
İtalya	102.740
Azerbaycan	75.409
Şili	65.647
Gürcistan	36.900
Dünya Geneli	1.125.221

1.1 Fındığın Biyolojisi ve Taksonomisi

Fındığın taksonomik sınıflandırması incelendiğinde, bu türün *Fagales* takımı içerisinde yer alan *Betulaceae* familyasının *Coryleae* alt familyasına ve *Corylus* cinsine dahil olduğu görülmektedir. Ekonomik açıdan önem taşıyan başlıca kültüre alınmış türler arasında *Corylus avellana* L. (adi fındık), *Corylus colurna* L.

(Türk fıındığı) ve *Corylus maxima* Mill. (Lambert fıındığı) bulunmaktadır (GTB, 2017).



Şekil 1.1. Fındıkta dişi çiçekler (karanfiller) ve erkek çiçekler (püsler)



Şekil 1.2. Fındıkta çotanak yapısı

Tek evcikli (monoik) çiçek yapısına sahip olan fındıkta, çiçeklenme zamanı çeşit, rakım, sıcaklık, nem gibi faktörlere bağlı olmakla birlikte, Kasım-Mart ayları arasındaki süreçte gerçekleşir. Fındıkta gelecek yılın çiçek gözleri bir yıl önceden oluşmaya başlamaktadır ve erkek çiçekler (püsler) Mayıs-Haziran aylarında görülmeye başlar (Balık ve Arif, 2023).

Fındık, yalnızca kuruyemiş olarak doğrudan tüketilen bir ürün olmanın ötesinde, pastacılık ve özellikle çikolata endüstrisinde önemli bir hammadde konumundadır. Fındık bitkisinin kullanım alanları incelendiğinde fındık odununun ve zürüflarının yakacak olarak değerlendirildiği, kabuğundan biyoyakıt olarak yararlanıldığı, tıp alanında fındık zarından antikanserojen madde (Taksan türevleri ve taksol) elde edildiği, iç fındıklardan yemeklik yağ elde edildiği görülmektedir (Karadeniz vd., 2008; Kutlutürk, 2019). Karadeniz kuşağının sahip olduğu ekolojik uygunluk sayesinde, dünya fındık üretiminin yaklaşık %70'i Türkiye tarafından karşılanmaktadır. Türkiye ihracatında %15-20 oranında paya sahip olan fındık, ülke ekonomisine önemli düzeyde döviz girdisi sağlamaktadır.

2018 yılı verilerine göre, dünya genelinde yaklaşık 976.200 hektarlık alanda fındık üretimi gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de ise yaklaşık 700.000 hektarlık alanda fındık yetiştiriciliği yapılmakta olup, bu oran dünya genelindeki üretim alanlarının yaklaşık %75'ine karşılık gelmektedir (TB, 2020). Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde yürütülen Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) verilerine göre, ülkemizde toplam 43 ilde fındık yetiştiriciliği yapılmasına rağmen, ticari üretimin büyük bölümü Ordu, Giresun, Samsun, Sakarya, Düzce, Trabzon, Zonguldak, Kocaeli, Artvin, Bartın, Kastamonu, Sinop, Gümüşhane, Rize, Bolu ve Tokat illerinde yoğunlaşmaktadır (TMO, 2017).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2024 yılı Türkiye fındık rekoltesi 717.000 ton olarak belirlenmiştir. Düzce ili, 95.470 tonluk üretim miktarıyla Ordu ve Samsun'un ardından üçüncü sırada yer almakta ve ülke ekonomisine önemli düzeyde katkı sağlamaktadır (TÜİK, 2024).

Tablo 1.2 TÜİK verilerine göre Düzce ilinde ve Türkiye’de fındık üretim alanları ve üretim miktarları

Yıllar	Düzce		Türkiye	
	Dekar	Üretim (Ton)	Dekar	Üretim (Ton)
2020	632.200	57.330	7.345.377	665.000
2021	632.030	75.688	7.389.201	684.000
2022	632.030	83.052	7.440.473	765.000
2023	632.465	66.647	7.467.486	650.000
2024	634.352	95.470	7.497.692	717.000

Tablo 1.3 2024 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye’de en çok fındık üretimi yapılan ilk 5 ilçe ve il sıralaması

Sıra	İlçe	Üretim (Ton)	İl	Üretim (Ton)
1	Çarşamba (Samsun)	40.527	Ordu	202.065
2	Akçakoca (Düzce)	36.649	Samsun	114.089
3	Terme (Samsun)	28.855	Düzce	95.470
4	Ünye (Ordu)	23.813	Giresun	94.018
5	Altınordu (Ordu)	22.414	Sakarya	82.083

Ülkemizde Karadeniz Bölgesi’nde geniş üretim alanları bulunan fındık bitkisindeki hastalıklar ile ilgili bazı araştırmalar yapılmış olsa da, yeterli sayıda güncel çalışma bulunmamaktadır. Batı Karadeniz Bölgesi incelendiğinde, coğrafi konum, üretim deseninin fındık ağırlıklı oluşu ve sahil kesiminde bulunan nemli bir bölge olması, fındıkta özellikle gri küf hastalığı etmeni *Botrytis cinerea* ile ilgili çalışmalara olan ihtiyacı artırmaktadır.

1.2 Fındık Bitkisindeki Hastalıklar ve *Botrytis cinerea*’nın Kontrol Olanaklarına Yönelik Önceki Çalışmalar

Dünya genelinde fındık yetiştiriciliği yapılan alanlarda çeşitli fungal hastalıklar önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Yaygın görülen fındık fungal hastalıkları arasında *Monilia fructigena* ve *M. laxa*, antraknoz etmeni *Gloeosporium coryli*, gri meyve nekrozlarına yol açan *Fusarium lateritium* (Santori

vd., 2010), odun dokusunda yanıklık belirtilerine neden olan Filbert yanıklığı etmeni *Anisogramma anomala* ile meyve çürüklüğü olarak da bilinen gri küf hastalığının etmeni *Botrytis cinerea* yer almaktadır (Belisario ve Santori, 2009; Pschedith vd., 2017).

Yürüt ve arkadaşlarının 1988-1990 yıllarında Akçakoca ve Düzce’de yaptıkları çalışmada *B. cinerea*, *Monilia fructigena* ve *M. coryli*’nin neden olduğu çotanak yanıklıklarının oranının Akçakoca’da %2,7 ve Düzce’de %17 oranında tespit etmişlerdir (Yürüt vd.,1994).

Sezer, 2012 yılında yaptığı çalışmada Ordu, Trabzon ve Giresun illerindeki fındık bahçelerinde yürüttüğü bir çalışmada, incelenen çotanakların %18,15’inin fungal hastalık etmenleriyle bulaşık olduğunu ve en yüksek oranda izole edilen etmenin *Botrytis* türleri olduğu belirlemiştir (Sezer, 2012). Düzce ilinde ise külleme (Altın, 2017), kök çürüklükleri ve bakteriyel yanıklık gibi hastalıkların varlığı tespit edilmiştir (Karahan vd., 2013).

2008–2010 yılları arasında Ordu, Giresun ve Trabzon illerindeki fındık bahçelerinde yürütülen bir araştırmada, *Botrytis cinerea*’nın yaygınlığı Ordu’da %92,00, Giresun’da %85,71 ve Trabzon’da %64,86 olarak belirlenmiştir. Etmen, yanıklık ve erken yanıklık belirtileri gösteren sürgünlerden izole edilmiştir. Çalışma sonucunda, patojenin bitkiye girişinde yara dokusuna ihtiyaç duymadığı; doğrudan yaprak, çotanak ve sürgün yüzeylerinden enfeksiyon oluşturabildiği tespit edilmiştir. Hastalık, yaprak ve çotanaklarda yoğun yanıklık, sürgünlerde ise kuruma belirtileriyle karakterize edilmiştir. *Botrytis cinerea*’nın neden olduğu sürgün yanıklığı, fındık bahçelerinde verimi doğrudan etkileyen önemli bir hastalık olup, Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen birçok fındık çeşidinin bu patojene karşı yüksek derecede duyarlı olduğu bildirilmektedir (Sezer ve Dolar, 2012).

Çilekte kurşuni küf hastalığına karşı bakteriyel antagonistik etmenlerin araştırıldığı bir çalışmada, çilek bitkisinin farklı dokularından izole edilen potansiyel antagonistik bakteriyel izolatlar üzerinde patojenisite denemeleri gerçekleştirilmiştir. Bu denemeler sonucunda, *Bacillus megaterium* ve *Pseudomonas vesicularis* türlerinin *B. cinerea*’ya karşı etkili olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada, bezelye bitkilerinden izole edilen floresan özellik gösteren bir *Pseudomonas fluorescens* izolatu da arazi denemelerine dahil edilmiştir. Uygulamaların etkililik oranları %26,84 ile %47,36 arasında değişmiştir (İlhan, 2009).

Tekiner ve arkadaşları (2020), karadut, portakal ve çilek bitkilerinden izole ettikleri *B. cinerea* izolatlarının misel gelişimi üzerine, farklı bitki türlerinden ve topraktan elde edilen biyokontrol ajanlarının etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada *Trichoderma harzianum*, *Paenibacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *B. megaterium* ve *B. cereus* türleri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, *B. cinerea*'ya karşı en yüksek inhibisyon oranını gösteren biyokontrol ajanlarının *Trichoderma harzianum* (%85,73) ve *Bacillus subtilis* (%95,24) olduğu belirlenmiştir (Tekiner vd., 2020).

Patlıcan bitkisinde kurşuni küf hastalığına neden olan *B. cinerea*'ya karşı çeşitli biyokontrol ajanı bakterilerin etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada (*Bacillus cereus*, *B. megaterium*, *B. pumilus*, *B. subtilis*, *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki*, *B. amyloliquefaciens*, *Paenibacillus polymyxa*, *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas fluorescens* ve *P. chlororaphis* subsp. *aureofaciens*), hem *in vitro* hem de *in vivo* koşullarda değerlendirmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda *B. cinerea*'ya karşı yüksek antagonistik etki gösteren *P. chlororaphis* subsp. *aureofaciens* ve *B. amyloliquefaciens* izolatlarının etkili olduğu belirlenmiştir (Akça ve Tozlu, 2022).

Botrytis cinsi fungusların çeşitli bitkilerde oluşturduğu hastalıkların biyolojik kontrolünde etkili bulunan mikroorganizmalar arasında; fungal antagonistler *Gliocladium*, *Ulocladium* ve *Trichoderma* türleri, bakteriyel antagonistler *Pseudomonas* ve *Bacillus* türleri ile maya grubundan *Candida* türleri yer almaktadır (Elad ve Stewart, 2004). Yapılan literatür çalışmalarında *B. cinerea*'ya karşı biyolojik mücadele ajanlarının etkinliği konusunda daha çok, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Trichoderma* cinslerine ait türlerin öne çıktığı gözlenmiştir (Roca-Couso vd., 2021; Sezer, 2019). Ayrıca bu mikroorganizmalar ülkemizde Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından bazı bitkiler ve bitki patojeni funguslar için ruhsatlandırılmış durumdadır.

Barra-Bucerei ve arkadaşları (2019), *B. bassiana* izolatlarının domates ve biber dokularında endofitik olarak kolonize olabildiğini ve *B. cinerea*'ya karşı önemli düzeyde antagonistik etki sağladığını belirlemiş olup, bu izolatların biyolojik mücadele açısından yüksek potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuşlardır (Barra-Bucerei vd., 2019). Çeşitli bitkilerde endofitik olarak bulunan ve entomopatojen etkinliği bilinen *Beauveria bassiana* izolatlarının *B. cinerea*'ya karşı etkili bulunduğu kaydedilmiştir (Sui vd., 2022; Martinko vd., 2024; Chang vd., 2025).

Fındık yetiştirilen alanlarda çotanaklarda yanıklığa neden olan *Botrytis cinerea*'ya karşı çeşitli kimyasal etken maddelerin ve biyolojik ajanların spor çimlenmesi ile miselyal gelişim üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, farklı fungusitlerin etkinlik düzeyleri değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, Pyraclostrobin + Boscalid ve Iprodione'un 5 µg/ml, Cyprodinil + Fludioxonil ve Imazalil'in ise 10 µg/ml dozlarının *B. cinerea*'nın miselyal gelişimini tamamen engellediği belirlenmiştir. İki farklı *Botrytis* izolatına karşı yapılan değerlendirmelerde, en düşük EC₅₀ değeri Cyprodinil + Fludioxonil uygulamasında tespit edilmiştir. Biyolojik fungusitlerin etkinlik analizlerinde ise *Bacillus subtilis* Y1336 ırkının birinci ve ikinci izolatlar için sırasıyla EC₅₀ değerlerinin 64,57 µg/ml ve 170,21 µg/ml olduğu kaydedilmiştir. *Bacillus subtilis* (1,34 g/l QST 713) formülasyonunda ise EC₅₀ değerleri sırasıyla 7,51 µg/ml ve 6,42 µg/ml olarak belirlenmiştir. Spor çimlenmesini engelleyici en düşük doz (MIC) değerleri incelendiğinde; Cyprodinil + Fludioxonil'in 1 µg/ml, Pyraclostrobin + Boscalid, Iprodione ve Imazalil'in 5 µg/ml, Fenhexamid, Pyrimethanil ve *B. subtilis* (1,34 g/l QST 713)'in ise 10 µg/ml dozlarında etkili olduğu saptanmıştır. Buna karşın *B. subtilis* Y1336 izolatında tüm dozlarda konidiyum çimlenmesinin gerçekleştiği bildirilmiştir (Sezer, 2019).

Kaliforniya'daki ticari üzüm, antepfıstığı ve nar üretim alanlarından toplanan toplam 160 adet tek spor izolatının cyprodinil, fludioxonil ve iprodione karşı duyarlılıkları, *in vitro* koşullarda miseliyal gelişim denemeleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Miseliyal gelişimin %50 oranında engellendiği etkili konsantrasyon değerlerine (EC₅₀) göre, elde edilen izolatların sırasıyla %100'ü fludioxonil, %83'ü cyprodinil ve %38'i iprodione karşı duyarlı (EC₅₀ < 1 µg/mL) bulunmuştur (Avenot vd., 2018).

Koycu (2018) yaptığı çalışmada bağ alanlarından toplanan *Botrytis cinerea* izolatlarının captan'a karşı duyarlılığını ve bu duyarlılığın stabilitesini araştırmıştır. Captan'a duyarlılığın stabilitesini belirlemek amacıyla, fungusit içermeyen patates dekstroza agar (PDA) besiyerinde 15 ardışık kültür döngüsü boyunca *B. cinerea* izolatları değerlendirilmiştir. Captan'a karşı duyarlılığı azalmış bazı izolatlarda, EC₅₀ değerlerinin, başlangıçta captan'a duyarlı olan izolatların EC₅₀ değerlerine kıyasla değişmediği belirlenmiştir.

Guerrero ve arkadaşları (2014), Şili'nin güneyinde fındık bitkilerinde ekonomik kayıplara neden olan patojenleri tespit etmek amacıyla yaptıkları bir

çalışmada, fındık bahçelerinden çeşitli fungal etmenleri izole etmişlerdir. Bu etmenler, dal kanseri etmeni *Diaporthe* sp. ve *Diplodia* sp., kök çürüklüğü etmenleri *Phytophthora* sp., *Armillaria mellea*, *Cylindracarpon* sp., *Macophomina phaseolina*, *Sclerotinia minor*, çotanaklarda yanıklığa sebep olan gri küf etmeni *B. cinerea*, meyve iç çürüklerine yol açan *Rhizopus stolonifer*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus niger* ve sürgünlerde geriye ölüm belirtilerine yol açan *Botryodiplodia* sp. ve *Camarosporium* sp. etmenlerini tespit etmişlerdir.

Sun ve arkadaşları (2023) tarafından Çin'deki fındık üretim alanlarından elde edilen *B. cinerea* etmeninin hücre duvarı ve enzim aktivitesi yönünden etkinliği incelenmiştir. Hastalık indeksi ile enzim aktiviteleri arasında gözlenen uyum, fındıkta hastalık gelişimi ve duyarlılığın hücre duvarı bütünlüğü ve geçirgenliğiyle yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bulgular, gri küf enfeksiyonuna karşı dirençli çeşitlerde daha düşük düzeyde hücre duvarı parçalayıcı enzim üretiminin önemli bir savunma mekanizması olabileceğini göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, fındıkta gri küf hastalığına karşı direnç mekanizmalarının aydınlatılmasına yönelik ileri çalışmalar için bilimsel bir temel sunmaktadır.

Fındık çeşitlerinin *B. cinerea*'ya duyarlılık mekanizmasının, bitki metabolitleriyle ilişkisinin araştırıldığı bir çalışmada, flavonoid ve fenolik asit düzeylerinin fındığın *B. cinerea*'ya karşı direncine önemli ölçüde katkıda bulunduğu kaydedilmiştir (Sun vd., 2024).

Heo ve arkadaşları (2025) Güney Kore'de fındık yetiştirilen alanlarda ilk kez kayıtlara geçen, belirgin gri küf belirtileri gözlemlemiştir. Hastalık etmeni *B. cinerea* ilk olarak Mayıs ayında ortaya çıkmış ve Ağustos ayına kadar devam etmiş olup, hastalık yaygınlığı %20 ile %30 arasında değişmiştir. Başlangıçta, fındık meyvelerini çevreleyen züruf dokusunda küçük, yuvarlak ve kahverengi yanıklık lezyonları görülmüş; bu lezyonlar zamanla genişleyerek hem zürufların hem de meyvelerin tamamen çürümesine yol açmıştır (Heo vd., 2025).

Kim ve arkadaşları (2016) tarafından Güney Kore'de çilek bitkilerinde gri küf hastalığı lezyonlarından izole edilen *B. cinerea* izolatları ile yürütülen bir çalışmada, altı farklı fungusit grubunun patojenin misel gelişimi ve spor çimlenmesi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada Fludioxonil (Phenylpyrrole), Tebuconazole (Triazole), Iprodione (Dicarboximide), Pyrimethanil

(Anilinopyrimidine), Boscalid (Anilide) ve Fenpyrazamine (Pyrazole) etken maddeleri kullanılmıştır. Sonuçlara göre, 0,1 ve 1 µg/ml konsantrasyonlarda misel gelişimini %93,7 - %100 arasında inhibe eden *Fludioxonil* en etkili fungusit olarak belirlenmiştir. *Iprodione*'un etkinliği, 0,1 µg/ml konsantrasyondaki etkisine kıyasla 1 µg/ml düzeyinde önemli ölçüde artmış, 10 µg/ml dozunda ise hem *Iprodione* hem de Tebuconazole'ün *B. cinerea* misel gelişimini neredeyse tamamen engellediği tespit edilmiştir. *Boscalid*'in engelleyici etkisinin 10 µg/ml dozuna kadar arttığı, ancak daha yüksek konsantrasyonlarda sabit kaldığı bildirilmiştir. Fenpyrazamine'in etkisinin %51,3–60,8 aralığında değiştiği, Pyrimethanil'in ise misel gelişimi üzerine en düşük etkiye sahip fungusit olduğu saptanmıştır. Fungisitlerin spor çimlenmesi üzerindeki etkileri incelendiğinde, Fludioxonil'in 0,1 µg/ml konsantrasyonda *B. cinerea* spor çimlenmesini %91 oranında engelleyerek en yüksek inhibitör etkiyi gösterdiği belirlenmiştir. 10 µg/ml konsantrasyonda Tebuconazole, Iprodione ve Boscalid'in inhibitör etkilerinin sırasıyla %80, %96 ve %99 düzeylerine ulaştığı; buna karşın Fenpyrazamine ve Pyrimethanil'in çimlenmeyi sırasıyla yalnızca %23 ve %7 oranında inhibe ettiği kaydedilmiştir. Ancak, bu iki fungusitin çimlenme engelleyici etkileri 100 µg/ml konsantrasyonda belirgin şekilde artmıştır. 3.000 µg/ml konsantrasyonda ise tüm fungusitlerin *B. cinerea* spor çimlenmesini %100 oranında engellediği tespit edilmiştir (Kim vd., 2016).

Düzce ili, Türkiye'nin önemli fındık üretim merkezlerinden biridir. Son yıllarda iklim değişikliği nedeniyle sık yaşanan zirai don olayları, kuraklık gibi etkilerin yanı sıra, yapılan arazi kontrollerinde hasat dönemi öncesinde çotanaklarda yanıklık ve erken dökülmelere neden olan bir hastalığın varlığı dikkat çekmiştir. Bu etkiler nedeniyle randıman ve rekolte kayıpları yaşanmaktadır. Hastalıklı çotanaklardan yapılan izolasyonlarda *Botrytis cinerea* olduğu tespit edilmiştir İklim değişikliğine müdahalemiz daha zor olduğundan, hastalık ve zararlıların yönetimi konusu önem kazanmaktadır. Ayrıca iklim değişikliği ile birlikte son yıllarda, sürgün ve çotanak yanıklıkları şeklinde kendini gösteren hastalıklar önemli düzeyde verim kayıplarına yol açmakta olup, etkilenen çotanaklarda *Botrytis* türlerine benzer fungal gelişmelerin gözlemlendiği bildirilmektedir.

Botrytis cinerea, fındık da dâhil olmak üzere çok sayıda konukçuyu enfekte eden nekrotrofik bir fungal patojendir ve enfeksiyon sürecinde hücre duvarı parçalayıcı enzimleri indükleyen toksinler üretmektedir (Sun vd.,2023). *B. cinerea*, çok geniş bir

konukçu dizisine sahip olup uygun çevresel koşullarda (yüksek nem, uygun sıcaklık vs.) hızla yayılarak ciddi ürün kayıplarına yol açabilen önemli bir fungal patojendir. Ancak Düzce ili ve çevresindeki fındık üretim alanlarında bu etmenin yaygınlığı, biyolojisi ve mücadele yöntemlerine ilişkin kapsamlı bir araştırma bulunmamaktadır. Bu nedenle, *B. cinerea*'nın bölgedeki varlığının ve zarar düzeyinin belirlenmesi, farklı kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemlerinin etkinliğinin değerlendirilmesi ve üreticiler için sürdürülebilir çözüm önerilerinin geliştirilmesi bu tez çalışmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.



2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

2.1.1 Bitki Örnekleri

Düzce ili ve ilçelerindeki (Akçakoca, Cumayeri, Çilimli, Gölyaka, Gümüşova, Kaynaşlı, Merkez, Yığılca) fındık bahçelerinden toplanan hastalıklı çotanak örnekleri çalışmalarımızın ana materyalini oluşturmaktadır.

2.1.2 Fungal Patojenlerin İzolasyonunda ve Teşhisinde Kullanılan Besiyerleri ve Kimyasallar

Çalışmamızda kullanılan fındık bitkilerinin yanıklık belirtisi gösteren çotanak dokularından yapılan izolasyon çalışmalarında su agar (WA) ve patates dekstroza agar (PDA) besiyeri kullanılmıştır. Moleküler teşhis çalışmalarımızda ise agaroz jel ve Tris borate EDTA (TBE) buffer kullanılmıştır.

2.1.3 Fungisitler ve Biyolojik Preparatlar

Denemelerde kullanılan fungisitlere ve biyolojik preparatlara ait bilgiler Tablo 2.1 ve Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.1 Çalışmalarda kullanılan fungisit etkili maddeleri

Ticari Adı	Firma Adı	Etkin madde	Formülasyon	Oranı	Grubu
Carpaz	Safa Tarım	Cyprodinil	WP	%50	Anilinopyrimidin
Heros	Agrisciences	Azoxystrobin	SC	250 g/L	Strobilurin
Agri Captan	Safa Tarım	Captan	WP	%50	Dicarboximide
Pivot 25 WP	Cansa Kimya	Tebuconazole	WP	%25	Triazole
Sarpa 70 WP	Doğal Kimya	Thiophanate-methyl	WP	%70	Benzimidazole

Tablo 2.2 Çalışmada kullanılan biyolojik preparatlar

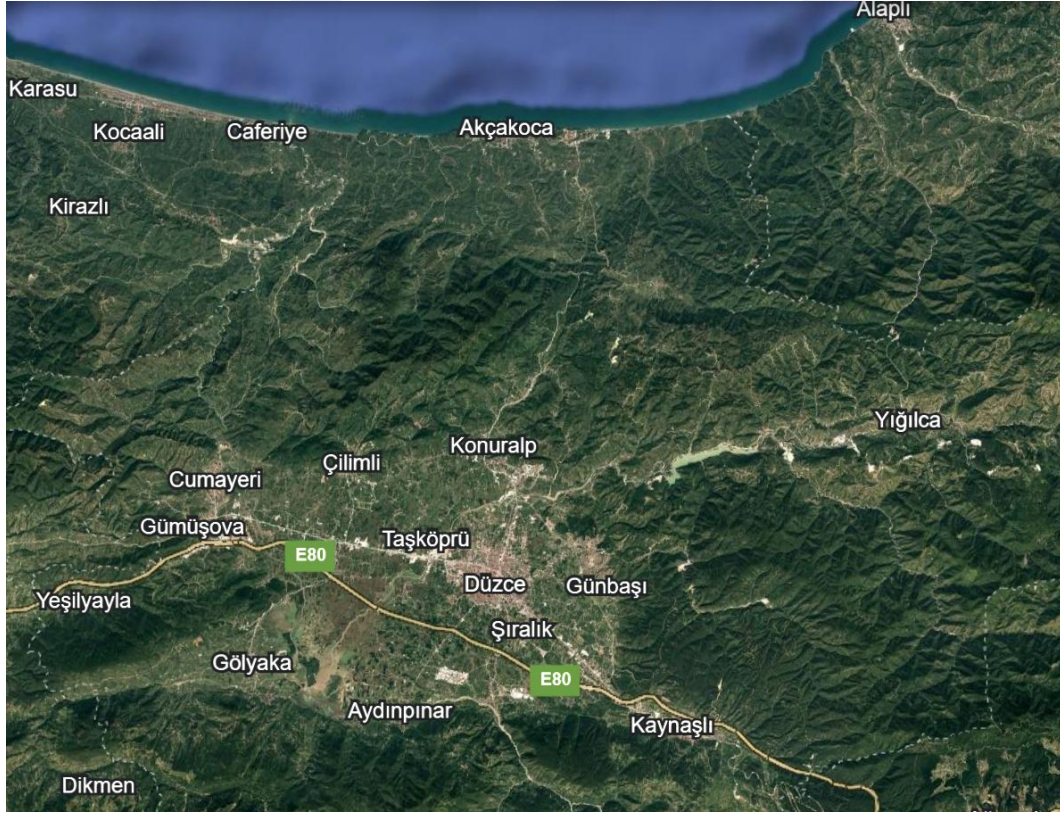
Ticari Adı	Firma Adı	Aktif Madde (Biyolojik Mücadele Ajantı)	Formülasyon Tipi	Uygulama Dozu (100 L su)
T-22 Planterbox	BioWorks	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai KRL AG-2	WP	60 gr
PolyDoctor	Biopreparaty	<i>Pythium oligandrium</i> strain M1	WP	30 gr
Companion	Growth Products Ltd.	<i>Bacillus subtilis</i> GB03	SC	500 ml
Cedriks	Agrobest	<i>Pseudomonas fluorescens</i> strain Pfl	SL	300 ml
-	AİBU ZF Bitki Koruma, Mikoloji Formülasyonu SC-1	<i>Beauveria bassiana</i> 20-01- 02	SC	100 ml
-	AİBU ZF Bitki Koruma, Mikoloji Formülasyonu SC-2	<i>Beauveria bassiana</i> 20-01- 02	SC	100 ml
-	AİBU ZF Bitki Koruma, Mikoloji Formülasyonu SC-3	<i>Beauveria bassiana</i> 20-01- 02	SC	100 ml

2.2 Yöntem

2.2.1 Survey Çalışmaları

Bu çalışma kapsamında, Düzce ili ve ilçelerinde (Merkez, Akçakoca, Cumayeri, Çilimli, Gölyaka, Gümüşova, Kaynaşlı ve Yığılca) bulunan fındık bahçelerinden, 2022 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında hastalık belirtileri gösteren çotanak örnekleri toplanmıştır. Örnekleme, hastalık semptomlarının belirgin şekilde gözlemlendiği alanlarda güdümlü örnekleme yöntemi (Bora ve Karaca, 1970) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Örnekleme planı oluşturulurken Düzce İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün 2022 yılına ait güncel fındık üretim verileri ile TÜİK istatistikleri dikkate alınmıştır. Coğrafi koşullar ve mevsimsel imkanlar göz önünde bulundurularak, örnekleme ölçeği 1/30.000–1/60.000 aralığında belirlenmiştir. Her bir bahçeden alınan örneklerin koordinat bilgileri ve yetiştirilen fındık çeşitleri kaydedilmiştir. Örneklerin toplandığı bahçelerin coğrafi konumlarına ilişkin bilgiler Tablo 3.3'te verilmiştir.



Şekil 2.1. Survey yapılan fındık bahçelerinin bulunduğu ilçeler

Tablo 2.3 Survey yapılan bahçe sayıları ve *Botrytis cinerea* izolatu elde edilen bahçe sayıları

İlçe	Survey yapılan bahçe sayısı (adet)	<i>Botrytis cinerea</i> izolatu elde edilen bahçe sayısı
Akçakoca	65	32
Cumayeri	12	5
Çilimli	8	3
Gölyaka	9	3
Gümüşova	11	3
Kaynaşlı	9	3
Merkez	42	20
Yığılca	10	3
Düzce il geneli	166	72

Bazı bahçelerde *Botrytis cinerea*'ya bağlı gri küf belirtilerine ek olarak farklı hastalık semptomları da gözlemlenmiştir. Bu nedenle, en az iki farklı belirti gösteren çotanak örnekleri de değerlendirmeye alınmış ve farklı fungus izolatları da elde edilmiştir. Yapılan survey çalışmaları sonucunda elde edilen veriler kayıt altına alınarak, bahçelerin *B. cinerea* ile bulaşık olup olmadığı belirlenmiş ve buna göre hastalığın yaygınlık durumu ortaya konulmuştur.

Botrytis cinerea'nın yaygınlık oranı = *B. cinerea* izolatu elde edilen bahçe sayısı / Survey yapılan bahçe sayısı x 100 formülü ile hesaplanarak tespit edilmiştir.

İncelenen ocak sayısı, her bahçenin büyüklüğüne göre belirlenmiştir. Buna göre; 1–5 dekar büyüklüğündeki bahçelerde 10 ocak, 6–10 dekar büyüklüğündeki bahçelerde 20 ocak, 11–20 dekar büyüklüğündeki bahçelerde 30 ocak ve 20 dekardan büyük bahçelerde ise 40 ocak değerlendirmeye alınmıştır. Her bir ocaktan 20 çotanak incelenmiş; hastalık belirtisi gösteren örnekler dikkatlice toplanarak kese kâğıtlarına yerleştirilmiş ve uygun şekilde etiketlenmiştir.



Şekil 2.2. Fındık üretim alanlarında yapılan survey çalışmaları



Şekil 2.3. Fındık üretim alanlarında yapılan survey çalışmaları

Toplanan örneklerin bozulmadan laboratuvara ulaştırılabilmesi için, numuneler buz aküsü içeren taşınabilir soğutucu kaplarda muhafaza edilmiştir. Soğuk zincir korunarak, örnekler, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Mikoloji Laboratuvarı'na taşınmıştır.

Tablo 2.4 Düzce ili ilçelerinde fındık ekiliş alanları ve incelenen ocak sayıları

İlçe	Ekiliş alanı(da)	Toplam ocak sayısı (adet)	İncelenen ocak sayısı (adet)	İncelenen çotanak sayısı
Akçakoca	218.570	10.928.500	320	6.400
Cumayeri	54.110	2.705.500	50	1.000
Çilimli	35.270	1.763.500	30	600
Gölyaka	42.310	2.115.500	40	800
Gümüşova	34.760	1.738.000	30	600
Kaynaşlı	23.170	1.158.500	30	600
Merkez	128.930	6.446.500	200	4.000
Yığılca	94.910	4.745.500	80	1.600
Toplam	632.030	31.601.500	780	15.600

2.2.2 *Botrytis cinera*'nın ve Diğer Fungusların İzolasyonu ve Teşhisi

2.2.2.1 İzolasyon Çalışmaları

Laboratuvara getirilen örneklerin hastalık belirtisi gösteren yaprak ve çotanaklardan uygun büyüklükte parçalar kesilerek %1'lik sodyumhipoklorit (NaOCl) içerisinde 3 dk bekletilerek yüzey sterilizasyonu gerçekleştirildikten sonra, 2 kez steril saf su içerisinde 2'şer dakika bekletilerek durulanmıştır. Yüzey sterilizasyon işlemleri tamamlandıktan sonra, kurutma kağıtları ile kurutulmuştur. Sağlıklı ve hastalıklı olduğu tahmin edilen hastalık lezyonlarının bulunduğu bitki parçaları çotanaklarda hastalığın yoğun bulunduğu kısımlardan (= zürüflardan) su agarı ve streptomycin sülfat içeren PDA (Patates Dekstroza Agar) besiyerlerine, her bir petri kabına 4 adet doku parçası yerleştirilerek ekilmiştir. Ekimi yapılan petriler 12 saat aydınlık-12 saat karanlık periyotta ve 24 ± 1 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Semptom gösteren çotanaklardan izolat elde edebilmek amacıyla nemli hücreye de alınmıştır. Petri kaplarında gelişme gösteren fungus kolonilerinden, %1,5'luk su agarı (WA) kullanılarak, tek spor izolasyon yöntemiyle saflaştırma işlemleri yapılmıştır. Hastalık belirtisi gösteren çotanaklardan elde edilen funguslar, tamamen saflaştırılana kadar bu saflaştırma işlemlerine devam edilmiştir.



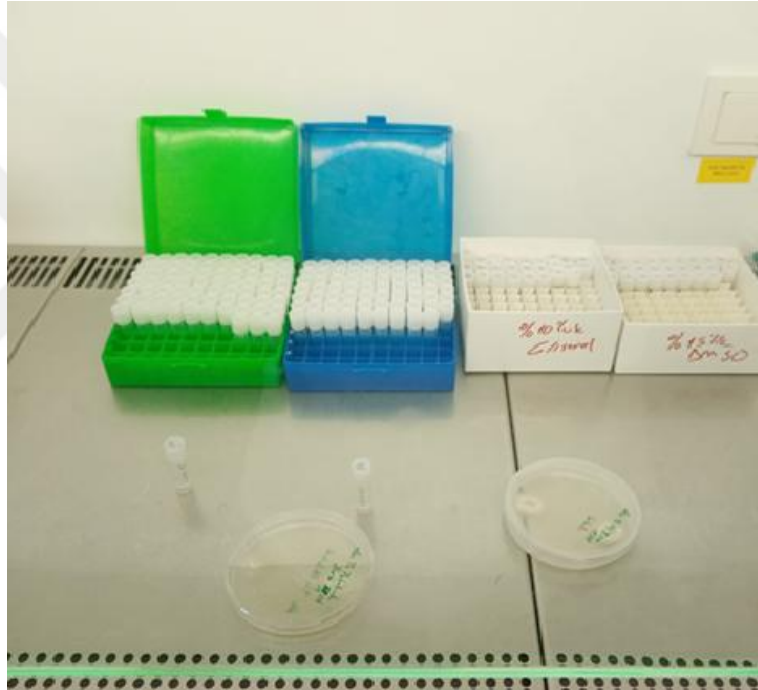
Şekil 2.4. Survey çalışmalarında hastalık semptomları gösteren çotanaklar



Şekil 2.5. Fungusların izolasyon çalışmalarında nemli hücre aşaması

Survey çalışmaları sonucunda elde edilen bitki materyallerinden izole edilen tüm fungus örnekleri korunmuştur. Çalışmalarda kullanılmak üzere elde edilen *B. cinerea* izolatları ve diğer cinslere ait fungus izolatları, uzun süreli saklama amacıyla cryo koruma solüsyonları içerisinde muhafaza edilmiştir.

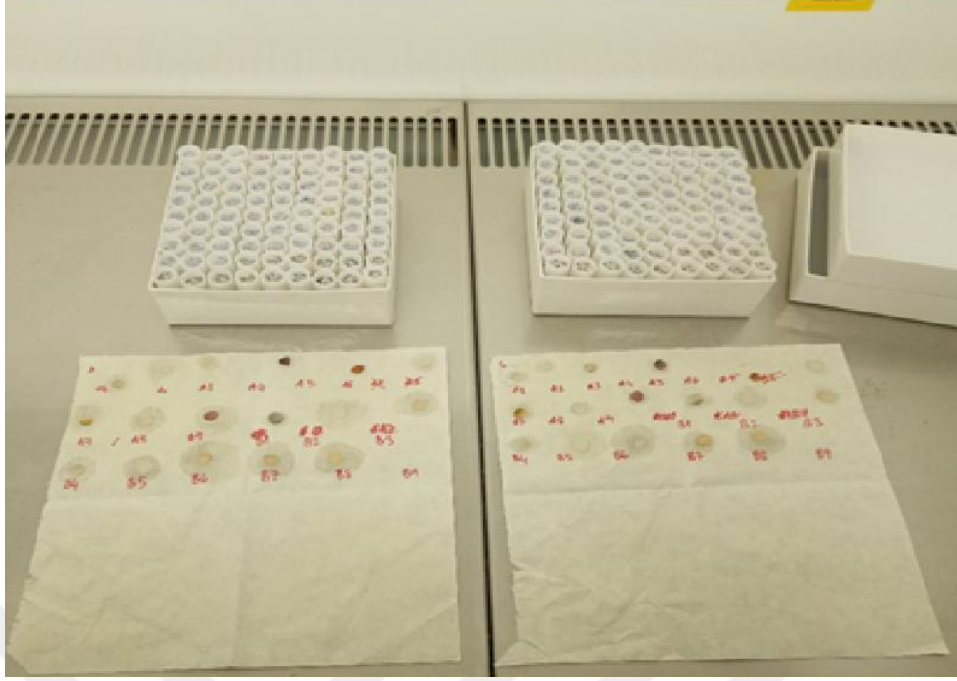
Her bir izolattan, mantar delici yardımıyla 10 mm çapında beş adet disk alınmış ve iki tekerrürlü olacak şekilde, içerisinde %35 gliserol ve %15 dimetil sülfoksit (DMSO) çözeltisi bulunan cryo tüplere aktarılmıştır. Tüpler uygun şekilde etiketlendikten sonra -20 °C’de 30 dakika süreyle ön soğutma işlemine tabi tutulmuş ve ardından -80 °C’de uzun süreli saklama için derin dondurucuya yerleştirilmiştir.



Şekil 2.6 Elde edilen izolatların besiyerinden cryo tüplere alınması

2.2.2.2 Teşhis Çalışmaları

Patojen fungusların moleküler teşhisleri yapılmak üzere cryo tüplerden çıkarılan izolatlar PDA besiyeri içeren petri kaplarına ekim yapılmıştır.



Şekil 2.7. Cryo tüplerde muhafaza edilen izolatların PDA besiyerine alınması

7-9 gün gelişmeye bırakılan bu izolatlar morfolojik olarak gruplandırılıp, fotoğraflanmıştır.



Şekil 2.8. Morfolojik gruplandırılması yapılmış izolatlar

2.2.2.2.1 İzolatların Koloni Morfolojisi ve Spor Yapılarına Göre Konvansiyonel Teşhisleri

Düzce ili ve ilçelerindeki yanıklık belirtileri gösteren fındık çotanaklarından elde ettiğimiz izolatlar konvansiyonel tekniklere göre koloni renkleri, misel yapıları, ürettikleri sklerotiler ve spor yapıları bakımından incelenmiştir ve morfolojik teşhisleri yapılmıştır (Abata vd. 2016; Morca vd. 2021).

Tablo 2.5 İzolatların klasik yöntemlere göre tanımlanmasında faydalanan çalışmalar ve kriterler

İzolat	Tanılamada kullanılan nitelik	Yararlanılan literatür
<i>Botrytis cinerea</i>	Koloni misel rengi, havai misel gelişimi, kabarık misel gelişimi, Konidi ve konioforların görüntüsü ve boyutları	Ellis, 1971; Jarvis, 1977; Hennebert, 1973
<i>Neopestalotiopsis</i> sp.	Koloni rengi, kültür gelişimi, spor şekli	Jeewon vd., 2003; Liu vd., 2017; Liu vd., 2019
<i>Diaporthe</i> sp.	Koloni rengi, kültür gelişimi, konidi yapısı	Sun vd., 2021; Leon vd., 2020; Waqas vd., 2024
<i>Nigrospora</i> sp.	Koloni yapısı, koloni rengi, konidi ve konidiofor şekli	Hudson, 1963; Wang vd., 2017; Hao vd., 2020
<i>Fusarium</i> sp.	Kültür gelişimi, koloni rengi ve spor yapısı	Gerlach ve Nirenberg, 1982; Burgess vd., 1994; Leslie ve Summerell, 2006

2.2.2.2.2 İzolatların Moleküler Teşhisi

Klasik yöntemlerin baz alındığı morfolojik karakterizasyon sonrası, moleküler karakterizasyon çalışmaları için her gruptan virülensliği yüksek 1 adet izolat seçilmiştir. PDA besiyerinde gelişen izolatların misel dokuları, bisturi yardımıyla kazınarak DNA izolasyonları Dart protokolüne göre uygun şekilde yapılmıştır.

100 mg kazınan miseller 2 ml'lik Eppendorf tüplere alındıktan sonra, üzerine 750 µl fresh lisis buffer eklenmiştir. Örnekler kuru blokta 65°C'de 1 saat süresince inkübe edilmiştir. Bekledikten sonra homojenizatörle 1-2 dk boyunca mikser yöntemiyle DNA çıkabilmesi için ezilmiştir. İçerisinde ezilmiş misellerin bulunduğu eppendorfların içerisine 750 µl chloroform izoamyl alkol ekleyip, eppendorf tüpler racka dizildikten sonra 10 dk boyunca oda sıcaklığında karıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. 15 dk santrifüj ettikten sonra, 1,5 ml'lik yeni eppendorf tüpler etiketlenip, içerisine 350 µl izopropil alkol ve üzerine santrifüj edilen eppendorflardan 500-600 µl süpernatant (santrifüjden sonra üstte kalan sıvı) eklenmiştir. Bu eppendorflar 10 dk karıştırma işlemine tabi tutulduktan sonra, 15.000 rpm'de 10 dk santrifüj işlemine gerçekleştirilmiştir.

DNA peletleri oluştuktan sonra eppendorfların içindeki sıvı uzaklaştırılıp, örnekler kurutma işlemine alınmıştır. Kurutulan DNA örnekleri 10-15 saniye süre ile %70'lik etanolden geçirilmiştir. Eppendorf tüplere 100 µl double distile su eklenerek kuru bloğa alınıp, 65°C'de DNA peletleri çözülünceye kadar bekletilmiştir. Denovix DS-11 FX serisi spektrofotometre cihazı ile DNA ölçümleri yapılmıştır.

Steril distile su ile seyreltilme işlemi yapıldıktan sonra, 10 ng/µl 'ye ayarlanmıştır. Elde edilen DNA'lar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

İzolatlardan elde edilen DNA'lar ile gerçekleştirilen moleküler çalışmalarda ITS (internal transcribed spacer region of ribosomal DNA) gen bölgesi için ITS1 / ITS4 primerleri, tef 1 gen bölgesi için ise EF-1-986F/EF-1-728R primerleri kullanılmıştır (Carbone ve Kohn, 1999; White vd., 1990).

Elde edilen DNA'lar Scott primerleri kullanılarak Polimeraz zincir reaksiyonu işlemine alınmıştır. PCR sonucunda elde edilen ürünleri görüntülemek için, UV ışığı altında floresan etki gösteren ethidium bromide (EtBr) boyası ile DNA'nın agaroz jel üzerindeki yerini tespit etmek için DNA, agarose jel üzerindeki kuyucuklara pipetle yüklenmiştir. Elektroforez jel düzeneginde DNA örneklerini

yürütme işlemi yapıldıktan sonra, jel içerisindeki DNA bantları görüntülenerek, UV ışıkta G:BOX F3 görüntüleme sistemi (Syngene, Cambridge, UK) kullanılarak görüntüler kaydedilmiştir. Bu bantlaşmalardan faydalanılarak görüntüsüne göre oluşan bantlardaki bp seviyelerine göre gruplandırmalar yapılmıştır. Fragmentler doğrulandıktan sonra PCR temizleme kiti protokolüne göre (Promega, Wisard SV Gel and PCR Clean-Up System) temizlenmiştir. Bu aşamadan sonra soğuk zincir korunarak Sanger metoduna uygun şekilde sekanslama işlemleri için, BMLabosis (Ankara, Türkiye) şirketine gönderilmiştir. Tarafımıza ulaşan DNA sekans analizi sonuçları, NCBI (National Center of Biotechnology Information) veritabanında Blast analizi yapılarak çalışmalarımızda tespit edilen fungal patojenlere ait nükleotid dizileri, veritabanındaki referans kaynaklar ile benzerlik oranları açısından kıyaslanmıştır (Boratyn vd., 2013). Çalışmamızda izole ettiğimiz patojenlere ait nükleotid dizilerinin okuma ve düzenleme işlemleri MEGA11 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version) programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Tamura vd., 2021).

2.2.3 *Botrytis cinera* ile Patojenisite Denemeleri

Toplamda 72 adet olan patojen izolat koleksiyonumuzun koloni morfolojisine göre temsilcilerinden *B. cinerea* grubuna dahil edilen ve içerisinde moleküler teşhise gönderilen izolatların da bulunduğu toplamda 35 adet izolat ile ön patojenisite denemeleri kurulup, diğer patojenisite denemelerinde kullanılmak üzere en agresif olan ve çotanaklarda *B. cinerea* semptomu gösteren izolatlar belirlenmiştir.

Patojenisite testlerinde kullanılmak üzere çeşit olarak hastalığa hassas olduğu bilinen, üzerinde çotanak barındıran Kara fındık sürgünleri toplanıp, içerisinde buz aküsü bulunan soğutucu kutuların içerisinde muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiştir. Bu sürgünler 3 dakika %1'lik sodyum hipoklorit ile dezenfekte edildikten sonra, 2 farklı beherdeki steril saf suda 3'er dakika bekletilerek üzerlerindeki sodyum hipokloritin uzaklaştırılması sağlanmıştır. Kurutma kağıtlarında kurutulduktan sonra, %1'lik sodyum hipoklorit ile dezenfekte edilmiş plastik bardaklara yerleştirilmiştir. Bu bardakların içerisine 50 ml çeşme suyu doldurulmuş ve çotanak barındıran sürgünlerin su ihtiyacı karşılanmıştır. Etiketlere izolat isimleri yazılmıştır. Bu bardaklar tabanında 2 kat steril kurutma kağıdı bulunan küvetlere dizilip, kağıtlar 50 ml steril saf su ile nemlendirilmiştir.

Her bir izolatin bulunduğu petriden 5 mm'lik mantar delici ile diskler alınıp, çotanakların merkezine yerleştirilmiştir. Bu disklerin üzerine 20 mikrolitre steril saf su damlatılmıştır. Kontrol grubu olarak izolat içermeyen PDA besiyerinden, mantar delici ile 5 mm'lik diskler alınıp, çotanakların merkezine yerleştirilip, üzerlerine 20 µl steril saf su damlatılmıştır. Üzerlerine şeffaf naylon poşet geçirilerek, 16 saat aydınlık 8 saat karanlık, 25 °C iklim odasında 14 gün boyunca bekletilmiştir. Deneme kurulduktan 2 gün sonra naylon poşet çıkarılıp, 10. Gününde tekrar naylon poşet geçirilmiştir. 14. günün sonunda bitkilerde hastalık semptomları ortaya çıktıktan sonra deneme sonuçları değerlendirilip, çeşit reaksiyon denemeleri için agresif olan izolatlara seçilmiştir. Deneme sonuçları Tablo 2.6'da verilen 0-3 skalası baz alınarak değerlendirilip, kaydedilmiştir. Bu skala Sezer ve Dolar'ın yaptıkları çalışmadan uyarlanmıştır (Sezer ve Dolar, 2012). Deneme sonuçlarının % hastalık oranları Townsend-Heuberger formülü yardımıyla hesaplanarak, kaydedilmiştir (Townsend ve Heuberger, 1943).

Townsend – Heuberger formülü;

$$\text{Hastalık şiddeti (\%)}: \sum \frac{n \times V}{Z \times N} \times 100$$

n: skalada farklı hastalık gruplarına dahil olan çotanak sayısı

V: skala değeri

Z: en büyük skala değeri

N: gözlenen toplam çotanak sayısı

Tablo 2.6 Hastalık şiddetinin hesaplamasında kullanan skala değerleri

Skala Değeri	Değerin Anlamı
0	Çotanakta hastalık semptomu yok
1	Çotanak yüzeyinin %1-30'unda hastalık var
2	Çotanak yüzeyinin %31-60'ında hastalık var
3	Çotanak yüzeyinin %60'ından fazlasında hastalık var

Elde edilen izolatların patojenisiteleri 2023 üretim sezonunda tamamlanmıştır. *Botrytis cinera* izolatların içerisinde 7 adet izolat seçilmiştir. Bu izolatlar; F5, 2E1, 2B1, 2C4, 2A2, C6, 2B2 olarak belirlenmiştir.

2.2.3.1 Çotanaklı Sürgün Yöntemi

Ön patojenisite çalışmalarında yüksek oranda hastalığa neden olan 7 adet *B. cinerea* izolatu seçilerek, 3 tekerrürlü olarak patojenisite denemeleri kurulmuştur. Bu amaçla hem spor süspansiyonu (1×10^6 konidi/ml) hem de 5 mm'lik agar disk yöntemi kullanılmıştır. Disk yönteminde her bir izolatın bulunduğu petriden 5 mm'lik mantar delici ile diskler alınıp, çotanakların merkezine yerleştirilmiştir. Bu disklerin üzerine 20 µl steril saf su damlatılmıştır. Kontrol grubu olarak izolat içermeyen PDA besiyerinden, mantar delici ile 5 mm'lik diskler alınıp, çotakların merkezine yerleştirilip, üzerlerine 20 µl steril saf su damlatılmıştır. Spor süspansiyonu yönteminde ise Thoma Lamı yardımıyla spor yoğunluğu 1×10^6 konidi/ml olacak şekilde ayarlanıp, çotanaklara pülverizasyon şeklinde püskürtülmüştür. Üzerlerine şeffaf naylon poşet geçirilerek, 16 saat aydınlık-8 saat karanlık, 25 °C iklim odasında 14 gün boyunca bekletilmiştir. Deneme kurulduktan 2 gün sonra naylon poşet çıkarılıp, 10. Gününde tekrar naylon poşet geçirilmiştir.

14. günün sonunda bitkilerde hastalık semptomları ortaya çıktıktan sonra deneme sonuçları değerlendirilmiştir. Deneme sonuçları Tablo 2.6'da verilen 0-3 skalası baz alınarak değerlendirilip, kaydedilmiştir. Deneme sonuçlarının % hastalık oranları Townsend-Heuberger formülü yardımıyla hesaplanarak, kaydedilmiştir (Townsend ve Heuberger, 1943).

2.2.3.2 Yaprak Yöntemi

Yapraklar dezenfekte edildikten sonra içerisinde su agar bulunan petrilerin kapağına dizilip, üzerilerine 5 mm'lik mantar delici ile izolatlardan alınan diskler yerleştirilmiştir. Bu disklerin üzerine 20 µl steril saf su damlatılmıştır. Petriler kapatılarak su agar ortamının üst kısmına gelmesi sağlanmıştır. Deneme 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. *B. cinerea*'nın yapraklardaki semptomlarını daha kapsamlı bir şekilde gözlemek amacıyla hem spor süspansiyonu (1×10^6 konidi/ml) hem de 5 mm'lik agar diski yöntemi kullanılmıştır. Her iki çalışmanın neticesi de 16 saat aydınlık-8 saat karanlık periyot ve 25 °C sıcaklık içeren koşullarda 14 gün sonucunda Tablo 2.7'de verilen 0-3 skalasına göre değerlendirilip, sonuçlar kaydedilmiştir. Deneme sonuçlarının % hastalık oranları Townsend-Heuberger formülü yardımıyla hesaplanarak, kaydedilmiştir (Townsend ve Heuberger, 1943).

Tablo 2.7 Yaprak yönteminde hastalık şiddetinin hesaplamasında kullanan skala değerleri

Skala Değeri	Değerin Anlamı
0	Yaprakta hastalık semptomu yok
1	Yaprak yüzeyinin %1-30'unda hastalık var
2	Yaprak yüzeyinin %31-60'ında hastalık var
3	Yaprak yüzeyinin %60'ından fazlasında hastalık var

2.2.3.3 Züraf Yöntemi

Fındık züraf parçaları steril edildikten sonra içerisinde su agar bulunan petrilerin kapağına dizilip, üzerilerine 5 mm'lik mantar delici ile izolatlardan alınan diskler yerleştirilmiştir. Bu disklerin üzerine 20 µl steril saf su damlatılmıştır. Petriler kapatılarak su agar ortamının üst kısmına gelmesi sağlanmıştır. Deneme 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. *Botrytis cinerea*'nın züraflardaki semptomlarını daha kapsamlı bir şekilde gözlemek amacıyla hem spor süspansiyonu (1×10^6 konidi/ml) hem de 5 mm'lik agar diski yöntemi kullanılmıştır. Her iki çalışmanın

neticesi de 16 saat aydınlık-8 saat karanlık periyot ve 25 °C sıcaklık içeren koşullarda 14 gün sonucunda Tablo 2.8’de verilen 0-3 skalasına göre değerlendirilmiştir. Deneme sonuçlarının % hastalık oranları Townsend-Heuberger formülü yardımıyla hesaplanarak, kaydedilmiştir (Townsend ve Heuberger, 1943).

Tablo 2.8 Züraf denemesinde hastalık şiddetinin hesaplamasında kullanan skala değerleri

Skala Değeri	Değerin Anlamı
0	Zürufta hastalık semptomu yok
1	Züraf yüzeyinin %1-30’unda hastalık var
2	Züraf yüzeyinin %31-60’ında hastalık var
3	Züraf yüzeyinin %60’ından fazlasında hastalık var

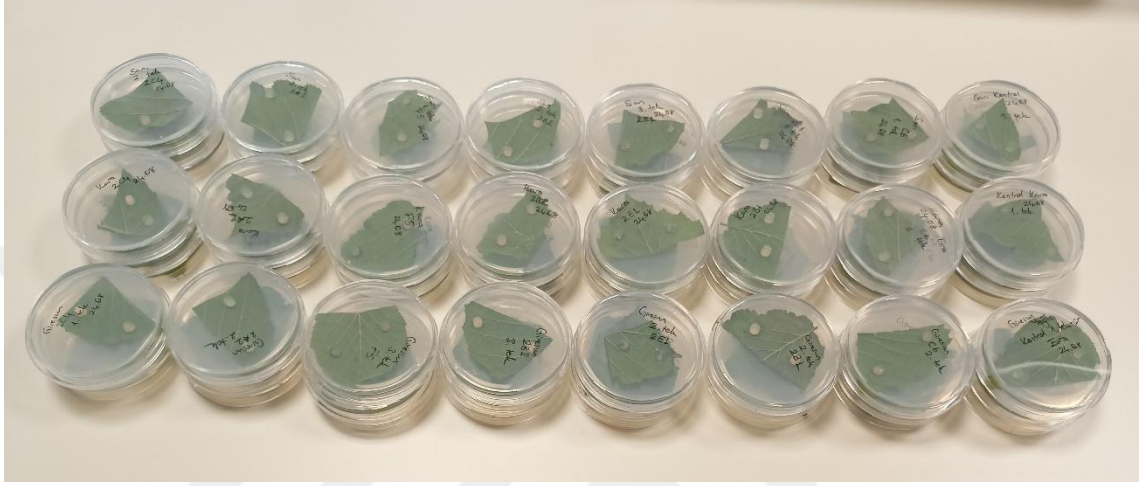
2.2.3.4 Elde Edilen Diğer İzolatlar ile Patojenisite Denemeleri

Botrytis cinera haricindeki tüm izolatlar ile çotanaklı sürgün yöntemiyle ve Yaprak yöntemiyle patojenisite denemeleri kurulmuştur. Denemeler 0-3 skalasına göre değerlendirilip. Deneme sonuçlarının % hastalık oranları Townsend-Heuberger formülü yardımıyla hesaplanarak, kaydedilmiştir (Townsend ve Heuberger, 1943).

2.2.3.5 *Botrytis cinerea* ile Çeşit Reaksiyon Denemeleri

Çeşit olarak bölgemizde en yaygın dikimi yapılan Kara fındık, Sarı fındık ve Giresun Yağlısı fındık çeşitlerinden yapraklar toplanıp, laboratuvara getirilerek disk yöntemi ile denemeler kurulmuştur. Uygun nem koşullarını sağlamak amacıyla Su Agar içeren steril Petri kutuları Su Agar kısmı yukarıda kalacak şekilde ters çevrilip, kapaklarına fındık yapraklarının alt kısımları yukarı gelecek şekilde yapraklar dizilmiştir. Disk yöntemi ile her bir izolatın bulunduğu petriden 5 mm’lik mantar delici ile diskler alınıp, fındık yapraklarının 2 noktasına yerleştirilmiştir. Bu disklerin üzerine 20 µl steril saf su damlatılmıştır. Kontrol grubu olarak izolat içermeyen PDA besiyerinden, mantar delici ile 5 mm’lik diskler alınıp, çotanakların

merkezinine yerleştirilip, üzerlerine 20 µl steril saf su damlatılmıştır. 7 izolat ile 3 tekerrürlü olarak, 3 fındık çeşidiyle denemeler kurulmuştur. 16 saat aydınlık 8 saat karanlık periyot ve 25 °C sıcaklık içeren koşullarda 14 gün sonucunda, deneme 0-3 skalasına göre değerlendirilmiştir. Deneme sonuçlarının % hastalık oranları Townsend-Heuberger formülü yardımıyla hesaplanarak, kaydedilmiştir (Townsend ve Heuberger, 1943).



Şekil 2.9. *Botrytis cinerea* 2B2 ile çeşit reaksiyon denemesi

2.2.4 *In vitro*'da *Botrytis cinerea* 2B2 İzolatının Fungisitlere Duyarlılığı

Yapılan tüm patojenisite testlerinin sonucunda agresifliğiyle öne çıkan *B. cinerea* 2B2 izolatının azoxystrobin, captan, cyprodinil, tebuconazole ve thiophanate methyl'e olan *in vitro* duyarlılığı (Çizelge 3) PDA besiyerinde ölçülmüştür. Bu amaçla fungusitlerin stok çözeltisi (10 mg/mL), %97-99 saflıkta etkili maddeleri kullanılarak metanol içinde hazırlanmış ve PDA besiyerinde sırasıyla 0, 1, 3, 5, 10, 30, 50 ve 100 µg/mL konsantrasyonda hazırlanmıştır. Tüm ortamlarda metanolün son konsantrasyonu hacimce %0.01 olmuştur. Fungisitlerin her bir dozu için ayrı ayrı olacak şekilde 100 ml PDA ortamı hazırlanıp cam şişelerin içinde 121 °C' de, 20 dakika otoklavda sterilize edilmiştir. Fungisitlerin stok çözeltileri uygulama dozları esas alınarak, distile edilmiş steril su ile hazırlanmıştır. Stok çözeltilerden seyreltmeler yapılarak, istenen dozlar elde edilmiştir. Bu ortamlar 45-50 °C' ye kadar soğutulup, içerisine konsantrasyon 0 (kontrol), 1, 3, 5, 10, 30, 50 ve 100 µg/ml olacak şekilde, fungusitler mikropipet yardımıyla ilave edilmiştir. Fungisitlerin PDA besiyerinde homojen dağılması için

cam şişeler manyetik çalkalayıcı yardımıyla karıştırılıp, steril petrilere dökülmüştür.

Denemelerde 7 günlük *B. cinerea* 2B2 kolonilerinin kenarından alınan 5 mm çapındaki miselyal diskler, ters çevrilmiş şekilde fungusit içeren PDA besiyerli petrinin merkezine yerleştirilmiştir. Deneme 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Petriler 25 °C’de, 7 gün süreyle inkübe edilip, ardından miseliyal büyüme çapı iki dik doğrultuda ölçülerek ve başlangıçta yerleştirilen 5 mm çapındaki miseliyal diskin çapı, son değerden çıkarılarak, büyüme miktarı hesaplanmıştır. Etkili maddelerin patojene karşı etkililikleri, fungusit bulunmayan kontrol grubu ortama kıyasla miseliyal gelişme yüzdesindeki azalma hesaplanarak belirlenmiştir. Fungisitlerin *B. cinerea* 2B2 izolatının miselyal gelişimini inhibe etme etkisi, fungal misellerin radyal olarak ölçümleri yapıp, inhibisyon oranları yüzde (%) olarak hesaplanarak tespit edilmiştir (Delen vd. 1988; Kim J. vd., 2016). Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur (Bora ve Karaca, 1970).

Ayrıca aşağıdaki Abbott formülü kullanılarak fungusitlerin etkinlikleri belirlenmiştir (Abbott, 1925);

$$\% \text{ Etki} : \frac{(\text{Kontrol Ortalaması} - \text{Her bir tekerrürün koloni ortalaması})}{\text{Kontrol Ortalaması}} \times 100$$

Kontrol Ortalaması

2.2.5 Fungisitlerin *Botrytis cinerea* 2B2 İzolatının Spor Çimlenmesine Etkileri

Duyarlılık düzeylerini saptamak amacıyla kontrol petrilerinden 2×10^4 konidi/ml’lik spor süspansiyonları hazırlanarak, yukarıda belirtilen dozlarda fungusit içeren ve içermeyen (kontrol) zayıf PDA ortamında işaretli 3 farklı noktaya 0.1 ml verilmiş ve steril baget yardımıyla spor süspansiyonu agarlı bölgeye yayılmıştır. Petriler 12 saat boyunca 21 °C’ de karanlıkta inkübe edilip, mikroskop altında sporların çimlenme durumları incelenmiştir. Spor tüpü uzunluğunun konidinin uzunluğunun en az %25’i kadar uzadığı durumlar çimlenmiş olarak değerlendirilmiştir. Her damla altındaki 100 konidiospor, Olympus BX41 (Tokyo, Japonya) marka ışık mikroskobu ile incelenmiştir. Çimlenme oranı, çimlenmiş sporların toplam sporlara oranı olarak hesaplanmıştır.

2.2.6 Fenotiplerin Uygunluk (Fitness) Bileşenlerinin Analizi

Duyarlılığın *in vitro* koşullarda stabilitesini değerlendirmek amacıyla Kim ve Xiao (2011)'in yöntemi bazı uyarlamalarla kullanılmıştır. Öncelikle PDA besiyerindeki fungusit denemesinde elde edilen sonuçlar doğrultusunda, *B. cinerea* 2B2 izolatının her bir fungusite karşı gösterdiği miseliyal gelişimin kontrol petrilere oranla %50 oranında engellendiği (EC_{50}) doz veya bu değere yakın gelişim sergileyen doz, ilgili fungusitin “fenotipi” olarak tanımlanmıştır. Bu kapsamda, denemelerde kontrol grubu ile birlikte toplam 6 fenotip (Kontrol + 5 fenotip) değerlendirmeye alınmıştır.

2.2.7 Fenotiplerdeki Duyarlılık Düzeyinin Belirlenmesi

2.2.7.1 *In vitro*'da Fenotiplerin Fungisitlere Duyarlılığı

Her bir fenotipten 5 mm çapında miseliyal diskler alınarak, üç tekerrürlü olarak fungusit içermeyen PDA besiyerine aktarılmıştır. Kültürler, her 6 günde bir aktif miseliyal disklerin fungusit içermeyen PDA ortamına nakledilmesiyle yenilenmiş; transfer edilen petrilere karanlık koşullarda, 25 °C'de inkübe edilerek toplam on ardışık generasyon boyunca sürdürülmüştür. Fenotipler 10. transferde fungusit içeren PDA besiyerine aktarılmıştır. Azoxystrobin, captan, cyprodinil, tebuconazole ve thiophanate-methyl'e karşı duyarlılık, ilk transfer öncesinde ve onuncu transfer sonrasında belirlenmiştir. Bu amaçla, 7 günlük kolonilerin kenarlarından steril bir mantar delici ile 5 mm çapında miseliyal diskler alınmış ve ters çevrilmiş biçimde, farklı fungusit dozlarını içeren PDA besiyerlerinin merkezine yerleştirilmiştir. Fungisit içeren besiyerleri, önceki “*In Vitro*'da *B. cinerea* 2B2 İzolatının Fungisitlere Duyarlılığı” bölümünde belirtildiği şekilde, 0, 1, 3, 5, 10, 30, 50 ve 100 µg/ml konsantrasyonlarında hazırlanmıştır. Petrilere 25 °C'de 7 gün süreyle inkübe edilmiş, ardından her 5 tekerrür için koloni çapı iki dik doğrultuda ölçülmüştür. Miseliyal büyüme inhibisyon yüzdeleri hesaplanarak başlangıç değerleriyle karşılaştırılmıştır.

Her fungusitin fenotipine ait beş izolat üzerinden aşağıdaki uygunluk (fitness) bileşenleri değerlendirilmiştir:

2.2.7.1.1 Miseliyal Gelişme

In vitro koşullarda gerçekleştirilen deneylerde, kontrol grubu ile birlikte beş fenotip test edilmiştir. Her fenotipin 5 mm çapındaki diskleri, 3 tekerrürlü olarak ilgili fenotipin seçildiği dozu içeren PDA besiyerine aktarılmıştır. Kültürler karanlık koşullarda 25 °C’de 4 gün süreyle inkübe edilip, koloni çapları iki dik doğrultuda ölçülerek ortalama miseliyal gelişme hızı mm/ gün olarak hesaplanmıştır.

2.2.7.1.2 Spor Çimlenmesi

Her fenotipin konidiyal süspansiyonundan 50 µL’lik damlalar, ilgili fenotipin seçildiği dozu içeren %2’lik su agarı besiyerine dört eşit noktaya damlatılmıştır. Her damla lamel ile kapatılmış ve Petriler 21 °C’de 12 saat süreyle karanlıkta inkübe edilmiştir. Her damla altındaki 100 konidiospor, Olympus BX41 (Tokyo, Japonya) marka ışık mikroskobu ile incelenmiştir. Çimlenme oranı, çimlenmiş sporların toplam sporlara oranı olarak hesaplanmıştır. Spor tüpü uzunluğunun konidinin uzunluğunun en az %25’i kadar uzadığı durumlar çimlenmiş olarak değerlendirilmiştir.

2.2.8 Biyolojik Mücadele

Bu çalışmada *B. cinerea*’nın bazı biyolojik savaş ajanlarıyla kontrol olanakları araştırılmıştır. Etmene karşı duyarlı olduğu bilinen Kara fındık çeşidi üzerinde bahçe koşullarında gerçekleştirilen bu denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 10 tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Bora ve Karaca, 1970).

AİBU Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji laboratuvarında geliştirilen bazı *Beauveria bassiana* formülasyonları ve ticari olarak satışı yapılan biyolojik mücadele ajanlarından; *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pythium oligandrum*, ve *Trichoderma harzianum*’a denemelerde yer verilmiştir. Tablo 2.2’de denemede kullanılan biyolojik etmenlere ait bilgiler yer almaktadır.

Arazi koşullarında denemeye alınan biyolojik mücadele ajanlarının Tarım ve Orman Bakanlığı Bitki Koruma Ürünleri Veritabanında önerilen uygulama dozları dikkate alınarak, süspansiyonları hazırlanmış ve püskürtme şeklinde tüm çotanakları kaplayacak şekilde uygulaması yapılmıştır. Bu süspansiyonlardan her bir biyolojik savaş ajanı 20 ml olacak şekilde 1×10^6 cfu/ml’lik hazırlanmıştır. Deneme 10 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Hazırlanan süspansiyon mekanik

Çalkalayıcıda bir süre karıştırılmış ve sonrasında tüm otanakları kaplayacak biçimde, bir tekerrür başına 2 ml püskürtülerek uygulanmıştır.



şekil 2.10. Spor süspansiyonu uygulama aşaması

Denemede laboratuvar stoklarından elde edilerek kullanılan biyolojik preparatların uygulama dozu, *B. bassiana* için 1×10^6 spor/ml'dir. Biyolojik mücadele ajanlarının çotanaklara uygulanmasının hemen ardından, çotanaklar polietilen torba ile kapatılmıştır.



Şekil 2.11. Polietilen torbalar ile kapatılma aşaması

Deneme 24.07.2024-07.08.2024 tarihlerinde kurulmuştur. Günlük ortalama sıcaklık 23,6 °C ve günlük ortalama nispi nem %79,6 olarak ölçülmüştür (Anonim, 2024).

Biyolojik mücadele ajanlarının uygulanmasından 2 gün sonra, 1×10^6 spor/ml'lik *B. cinerea* 2B2 izolatı spor süspansiyonundan her bir doz için 20 ml hazırlanarak, bir tekerrür başına 2 ml olacak şekilde çotanakların yüzeyini spor süspansiyonu ile kaplamak suretiyle püskürtülmüştür (Soylu vd., 2010). Pozitif kontrol olarak değerlendirilen çotanaklara sadece *B. cinerea* 2B2 izolatının spor süspansiyonu, negatif kontrol olarak belirlenen çotanaklara ise yalnızca steril su püskürtülmüştür. Her bir biyolojik mücadele ajanı için ayrı ayrı negatif ve pozitif kontrol grubu hazırlanmıştır. Bu işlem sonrasında tüm çotanaklar polietilen torbalar ile kapatılıp, 48 saat bekletildikten sonra polietilen torbalar tekrar açılmıştır. 14. Gün itibarıyla 0-3 skalasına göre deneme değerlendirilmiştir (Sezer, 2012). Deneme sonucunda Townsend-Heuberger formülü yardımıyla yüzde hastalık oranları belirlenmiştir (Townsend ve Heuberger 1943).

2.2.9 Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizlerinin Değerlendirilmesi

Fungisitlerin farklı dozlarının *B. cinerea* 2B2 izolatının miselyal gelişimine etkisini belirlemek amacıyla, izolata ait 5 mm çapındaki mantar disk, fungusit içeren PDA besiyerindeki toplam koloni gelişim çapından çıkarılıp, fungusitin etkilediği miselyal gelişim sonuçları bu veriler baz alınarak, kaydedilmiştir. İlgili çalışmalarda radyal ölçümler yapılarak elde edilen verilerden yola çıkılarak, fungusitlerin farklı dozlarının etki değerleri % olarak hesaplanmıştır. Ayrıca *B. cinerea*'nın duyarlılık azalışının kalıcılığının belirlenmesi amacıyla, izolata ait 5 mm çapındaki mantar disk, fungusit içeren PDA besiyerindeki toplam koloni gelişim çapından çıkarılıp, fungusitin etkilediği miselyal gelişim sonuçları bu veriler baz alınarak, kaydedilmiştir. İlgili çalışmalarda radyal ölçümler yapıp, elde edilen verilerden yola çıkılarak, fungusitlerin farklı dozlarının etki değerleri % olarak hesaplanmıştır. Elde edilen veriler, SAS istatistik programı kullanılarak, tek yönlü ANOVA ile varyans analizine göre değerlendirilmiştir ($p<0,01$).

3. BULGULAR

3.1 Survey Çalışmaları ve Fungal Patojenlerin İzolasyonları

Yapılan survey çalışmalarında toplamda 166 adet fındık üretim alanı incelenmiş olup, bulaşık her bahçeden birer adet olmak üzere, farklı cinslere ait fungusların da dahil olduğu toplamda 163 adet fungus izolasyonu yapılmıştır. Bu izolatların 72 tanesinin *B. cinerea* izolatı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.1 Survey yapılan bahçe sayısı ve *B. cinerea* 'nın yaygınlık oranı

İlçe	Survey yapılan bahçe sayısı (adet)	<i>Botrytis cinerea</i> izolatı elde edilen bahçe sayısı (adet)	Yaygınlık oranı (%)
Akçakoca	65	32	49,23
Cumayeri	12	5	41,66
Çilimli	8	3	37,50
Gölyaka	9	3	33,33
Gümüşova	11	3	27,27
Kaynaşlı	9	3	33,33
Merkez	42	20	47,61
Yığılca	10	3	30
Düzce ili geneli	166	72	43,37

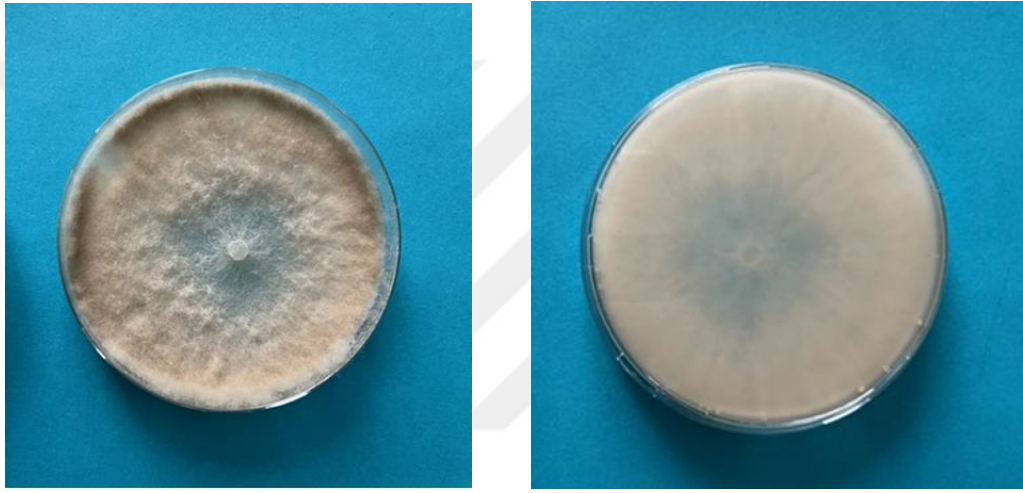
Yapılan izolasyon çalışmalarında Akçakoca'dan 32, Cumayeri'nden 5, Çilimli'den 3, Gölyaka'dan 3, Gümüşova'dan 3, Kaynaşlı'dan 3, Düzce Merkez'den 20, ve Yığılca'dan 3 adet olmak üzere, toplam 72 adet *B. cinerea* izolatı elde edilmiştir.

3.2 *Botrytis cinera* 'nın ve Diğer Fungusların Klasik ve Moleküler Yöntemlerle Teşhis Çalışmaları

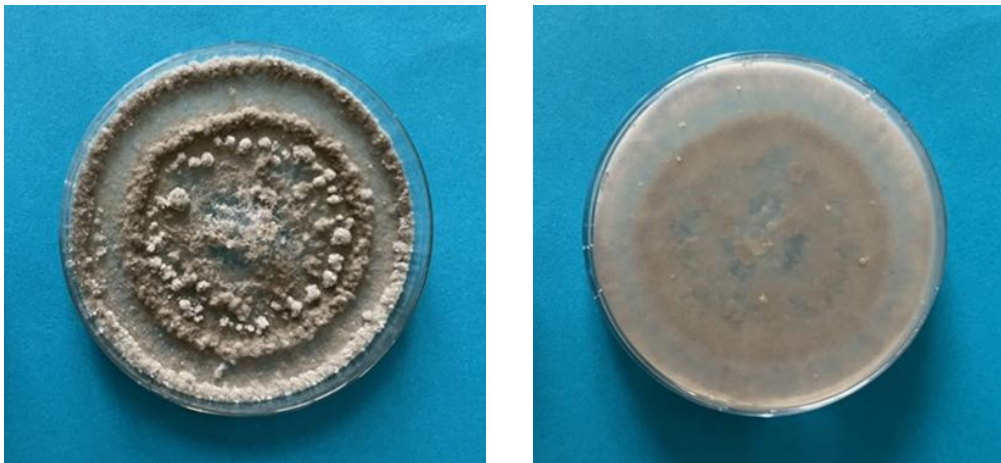
3.2.1 İzolatların Koloni Morfolojisi ve Spor Yapılarına göre Konvansiyonel Teşhisleri

Düzce ili ve ilçelerindeki yanıklık belirtileri gösteren çotanaklardan izolasyon çalışmalarında elde ettiğimiz izolatların, PDA besiyerinde gelişmeleri

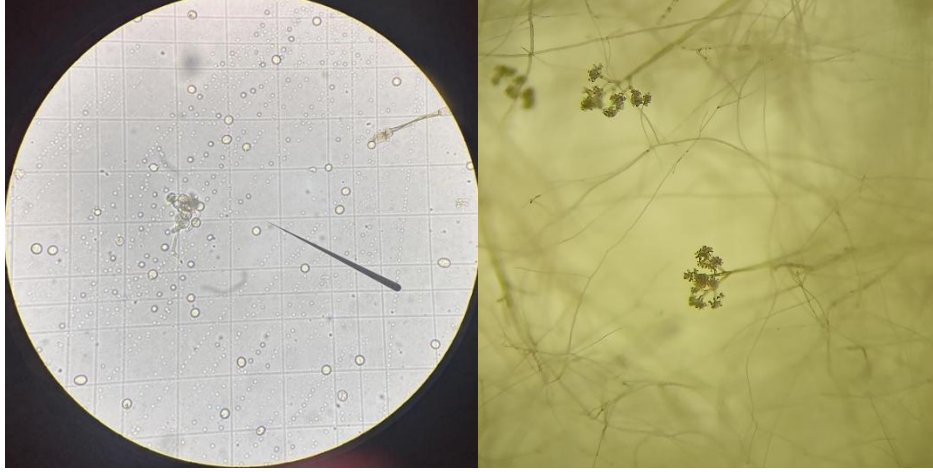
konvansiyonel tekniklere göre incelenmiştir. 14 günlük gelişimi ve ışık mikroskobu altındaki görüntüsü incelenmiş olan *B. cinerea* 2B2 izolatının, morfolojik teşhis kriterleri ile uyumlu olduğu görülmüştür. Koloni renkleri genellikle yeşilimsi gridir, havai misellidir ve misel gelişimi ilk başlarda grimsi beyaz renklidir. Koloniler zamanla koyu krem renginden yeşilimsi griye değişen tonlarda bir renklenme göstermektedir. Ürettikleri sklerotiler koyu renkli olup, oval veya elips şekilli konidiler ortalama olarak $6.1-8.5 \times 5.7-12.6$ μm boyutlarında, renksiz ve tek hücrelidir. Konidilerin, konidioforların üzerinde üzüm salkımı şeklinde karakteristik dizilimi gözlemlenmiştir (Abata vd. 2016; Morca vd. 2021).



Şekil 3.1. *Botrytis cinerea* 2B2 izolatının PDA besiyerindeki üst ve alt görüntüsü



Şekil 3.2. *Botrytis cinerea* 2A2 izolatının PDA besiyerindeki üst ve alt görüntüsü

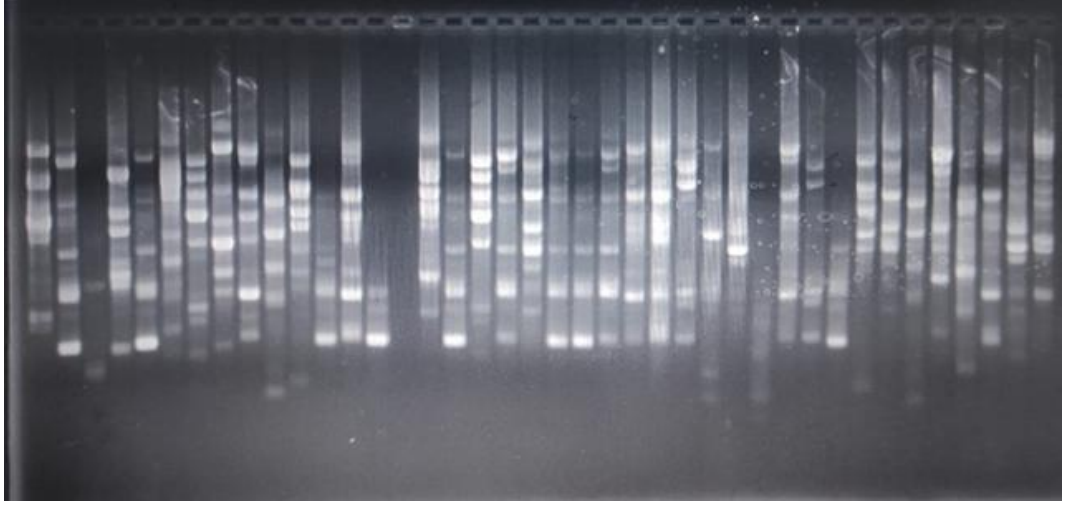


Şekil 3.3. *Botrytis cinerea* konidi ve konidioforları'nın görüntüsü

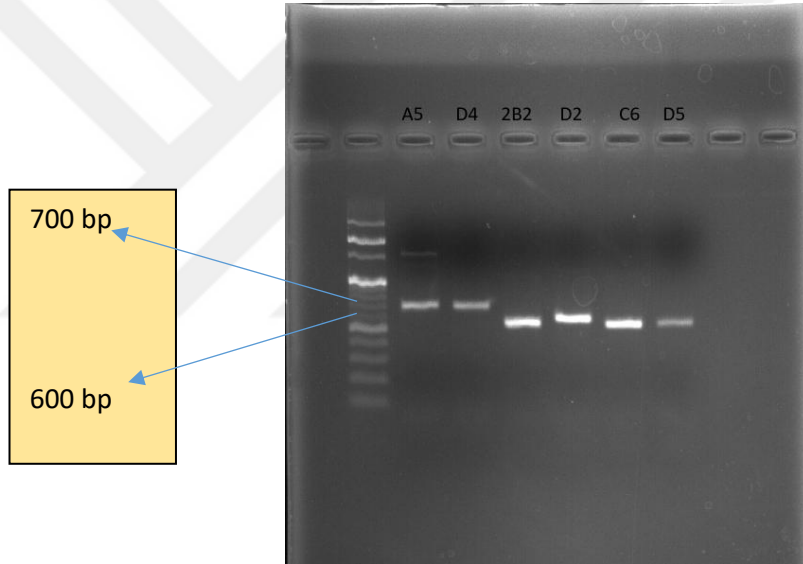
Ayrıca *Botrytis cinera* grubuna giren 72 adet izolata ek olarak *Neopestalotiopsis* sp. E3, *Diaporthe* sp. A1, A2, D2, 2H8, *Diaporthe* sp. B5, G3, *Nigrospora* sp. D8, *Fusarium* sp. A5, *Fusarium* sp. 2A4 patojen izolatları da elde edilmiştir. Bununla birlikte biyolojik mücadele ajanı olarak literatürde yer alan *Epiccocum* sp. D7 ve *Trichoderma* sp. 2G3 izolatu ile epifitik olan *Rosellinia* sp. E8 izolatları tespit edilmiştir.

3.2.2 İzolatların Moleküler Yöntemlerle Teşhis Çalışmaları

Tüm izolatlar morfolojik yapılarına göre gruplandırıldıktan sonra, her grubu temsil eden bir izolat seçilip, her bir izolat için PCR işlemlerinin tamamlanmasının ardından DNA sekans analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler baz alınarak izolatlar NCBI gen bankasındaki türler ile eşleşmiş ve %98-100 oranında benzerlik tespit edilmiştir (Sun vd., 2022).



Şekil 3.4. Bazı izolatların SCoT 13 primeri kullanılarak elde edilen jel elektroforezindeki bant profil görüntüleri



Şekil 3.5. *Botrytis cinerea* 2B2 izolatının DNA bant görseli

Tablo 3.2 Elde edilen izolatların BLAST analizi sonucunda farklı gen bölgelerine göre NCBI GenBank benzerlik oranları (%)

Fungal izolat	Fungal izolat kodu	Morfolojik Grup	Gen bölgesi		Benzerlik Oranı (%)	NCBI GenBank Referans alınan Erişim No.
			ITS	<i>tefl</i>		
<i>Botrytis cinerea</i>	2A2	1	+		100	PV654428
	C6	2	+		99,80	ON076772
	2B2	2	+		100	MF959763
	2C4	2	+		100	PV654428
<i>Neopestalotiopsis</i> sp.	E3	1	+		100	OP785134
<i>Diaporthe</i> sp.	A1	1	+		99,61	OR244447
	2H8	1	+		100	MV664034
	A2	1	+		99,02	OQ472375
	D2	1	+		100	MW664034
<i>Diaporthe</i> sp.	B5	2	+		100	PQ638938
	G3	2	+		99,16	MT613771
<i>Nigrospora</i> sp.	D8	1	+		100	MG603653
<i>Fusarium</i> sp.	A5	1		+	99,68	MW620130
	2A4	2		+	100	MZ078866
<i>Rosellinia</i> sp.	E8	1	+		100	MZ493068
<i>Epicoccum</i> sp.	D7	1	+		100	PQ158869
<i>Trichoderma</i> sp.	2G3	1	+		100	MK613187

Morfolojik yapılarına göre gruplandırılan ve *Botrytis cinerea* grubuna dahil edilen 72 adet izolatın konum bilgileri aşağıdaki gibidir;

Tablo 3.3 *Botrytis cinerea* izolatlarının elde edildiği surveylere ait konum bilgileri

	İzolat Adi	İlçe	Köy	Semptom gösteren/ incelenen ocak sayısı	Çeşit	Koordinatlar
1	F9	Akçakoca	Altunçay	4/10	Kara	E:41.0114 B:31.2695
2	2H4	Akçakoca	Beyören	3/10	Sarı	E:41.0440 B:31.1456
3	2G4	Akçakoca	Çiçekpınar	2/10	Kara	E:41.0480 B:31.1964
4	E2	Akçakoca	Edilli	4/10	Tombul	E:41.0698 B:31.0823
5	A6	Akçakoca	Karatavuk	3/10	Delisava	E:41.0043 B:31.0192
6	E6	Akçakoca	Hasançavuş	4/10	Sarı	E:41.0588 B:31.0020
7	E7	Akçakoca	Kınık	4/10	Sarı	E:41.0548 B:31.1210
8	2G5	Akçakoca	Kurukavak	2/ 10	Kara	E:40.9547 B:31.0193
9	F3	Akçakoca	Koçullu	3/ 10	Sarı	E:41.0334 B:31.0843
10	2B2	Akçakoca	Kurugöl	5/10	Kara	E:41.0181 B:31.0897
11	Ç9	Akçakoca	Döngelli	5/10	Kara	E:41.0738 B:31.1689
12	D5	Akçakoca	Deredibi	3/ 10	Kara	E:41.0248 B:31.1780
13	D3	Akçakoca	Dilaver	2/ 10	Kara	E:40.9663 B:30.9795
14	B3	Akçakoca	Esmahanım	2/10	Kara	E:40.9948 B:30.9829
15	B4	Akçakoca	Davutağa	3/10	Sarı	E: 40.9599 B:30.9721
16	A8	Akçakoca	Uğurlu	3/10	Sarı	E:41.0191 B:30.9954
17	D2	Akçakoca	Paşalar	5/10	Tombul	E:41.0606 B:31.0339

Tablo 3.3 *Botrytis cinerea* izolatlarının elde edildiği surveylere ait konum bilgileri
(devam)

18	D6	Akçakoca	Kalkın	3/ 10	Kara	E:41.0654 B:31.0536
19	Ç8	Akçakoca	Nazımbey	4/ 10	Sarı	E:41.0476 B:30.9912
20	C1	Akçakoca	Tahirli	5/10	Kara	E:41.0659 B:31.0722
21	C6	Akçakoca	Koçar	3/ 10	Sarı	E:41.0323 B:31.0961
22	2H5	Akçakoca	Küpler	3/ 10	Sarı	E:40.9427 B:31.0291
23	C2	Akçakoca	Dadalı	5/ 10	Sarı	E:41.0614 B:31.1937
24	C3	Akçakoca	Fakıllı	5/ 10	Sarı	E:41.0588 B:31.1714
25	B7	Akçakoca	Çayağzı	5/ 10	Kara	E:41.0903 B:31.2239
26	B9	Akçakoca	Göktepe	6/ 10	Sarı	E:41.0497 B:31.1067
27	Ç6	Akçakoca	Tepeköy 3	4/ 10	Delisava	E:41.0281 B:31.2240
28	Ç4	Akçakoca	Akkaya	6/ 10	Sarı	E:41.0954 B:31.2641
29	Ç5	Akçakoca	Melenağzı	5/ 10	Sarı	E:41.0666 B:30.9668
30	E5	Akçakoca	Sarıyayla	3/ 10	Sarı	E:41.0192 B:31.0719
31	F5	Akçakoca	Subaşı	6/ 10	Sarı	E:41.0080 B:31.2226
32	A3	Akçakoca	Yeşilköy	5/ 10	Kara	E:41.0260 B:31.1303
33	G9	Cumayeri	Ordulukaradere	1/10	Kara	E:40.9022 B:30.8743
34	G8	Cumayeri	Ören	4/ 10	Kara	E:40.8751 B:30.9268
35	G7	Cumayeri	Yukarı avlayan	5/ 10	Kara	E:40.8963 B:30.9584

Tablo 3.3 *Botrytis cinerea* izolatlarının elde edildiği surveylere ait konum bilgileri
(devam)

36	G6	Cumayeri	Büyükmelen	3/ 10	Kara	E:40.9656 B:30.9386
37	H1	Cumayeri	Dokuz değirmen	4/ 10	Tombul	E:40.9197 B:30.9407
38	2C9	Çilimli	Kırkharman	3 / 10	kara	E:40.9350 B:31.0039
39	2Ç3	Çilimli	Kafyaylası	4/ 10	Tombul	E:40.9141 B:31.0802
40	2Ç2	Çilimli	Karaçörtlen	2/ 10	Sivri	E:40.9229 B:31.0254
41	2A8	Gölyaka	Yazlık	5/ 10	Kara	E:40.7821 B:30.9773
42	H6	Gölyaka	Sarıdere	5/ 10	Kara	E:40.8238 B:30.9975
43	H5	Gölyaka	Kemeryanı	5/ 20	Kara	E:40.8217 B:31.0185
44	2B1	Gümüşova	Hacıkadırlar	3/ 10	Kara	E:40.8555 B:31.0216
45	F7	Gümüşova	Pazarcık	4/ 10	Kara	E:40.8962 B:30.8443
46	2A5	Gümüşova	Elmacık	5/ 10	Kara	E:40.8277 B:30.9902
47	2E6	Kaynaşlı	Çakırsayvan	1/ 10	Kara	E:40.7096 B:31.2727
48	2E7	Kaynaşlı	Dipsizgöl	1/ 10	Delisava	E:40.7300 B:31.3636
49	2H9	Kaynaşlı	Tavak	5/ 10	Kara	E:40.7398 B:31.3037
50	2G8	Merkez	Asar	4/ 10	Kara	E:40.8708 B:31.2829
51	2A2	Merkez	Aydınınar	5/ 10	Kara	E:40.7569 B:31.1131
52	2C1	Merkez	Beyköy	4/ 10	Çakıldak	E:40.7751 B:31.1712
53	2F7	Merkez	Fındıklıaksu	5/ 10	Kara	E:40.8467 B:31.3457

Tablo 3.3 *Botrytis cinerea* izolatlarının elde edildiği surveylere ait konum bilgileri
(devam)

54	2H2	Merkez	Güvenköy	4/10	Tombul	E:40.7766 B:31.1929
55	2F6	Merkez	Eskimengencik	5/10	Sarı	E:40.7798 B:31.2235
56	2C4	Merkez	Gölormanı	3/10	Sarı	E:40.7598 B:31.0806
57	2B5	Merkez	Kabalak	2/10	Kara	E:40.9464 B:31.1681
58	2C7	Merkez	Kavakbıçkı	5/10	kara	E:40.7515 B:31.1376
59	2E1	Merkez	Yayakbaşı	3/10	Sarı	E:40.8323 B:31.0199
60	2E3	Merkez	Nasırlı	3/10	Kara	E:40.9278 B:31.2300
61	2F1	Merkez	Kemerkasım	2/10	Kara	E:40.9109 B:31.1941
62	2F3	Merkez	Duraklar	3/10	Kara	E:40.7847 B:31.1286
63	2F8	Merkez	Ozanlar	1/10	Sarı	E:40.8160 B:31.1075
64	2F9	Merkez	Muncurlu	2/10	Kara	E:40.8189 B:31.2588
65	3A1	Merkez	Kaymakçı	2/10	Sarı	E:40.8948 B:31.1065
66	2H3	Merkez	Samandere	6/10	Kara	E:40.6988 B:31.2691
67	2A3	Merkez	Uğur köyü	4/10	Kara	E:40.7387 B:31.1891
68	2B6	Merkez	Yayla	3/10	Sarı	E:40.9476 B:31.1982
69	2B4	Merkez	Eminaçma	2/10	Kara	E:40.9528 B:31.2392
70	2F4	Yığılca	Ahmetçiler	4/20	Kara	E:40.9994 B:31.4412
71	2D1	Yığılca	Dibektaş	12/30	Kara	E:40.9848 B:31.3451
72	2D2	Yığılca	Hocaköy	8/30	Sarı	E:40.9911 B:31.5844

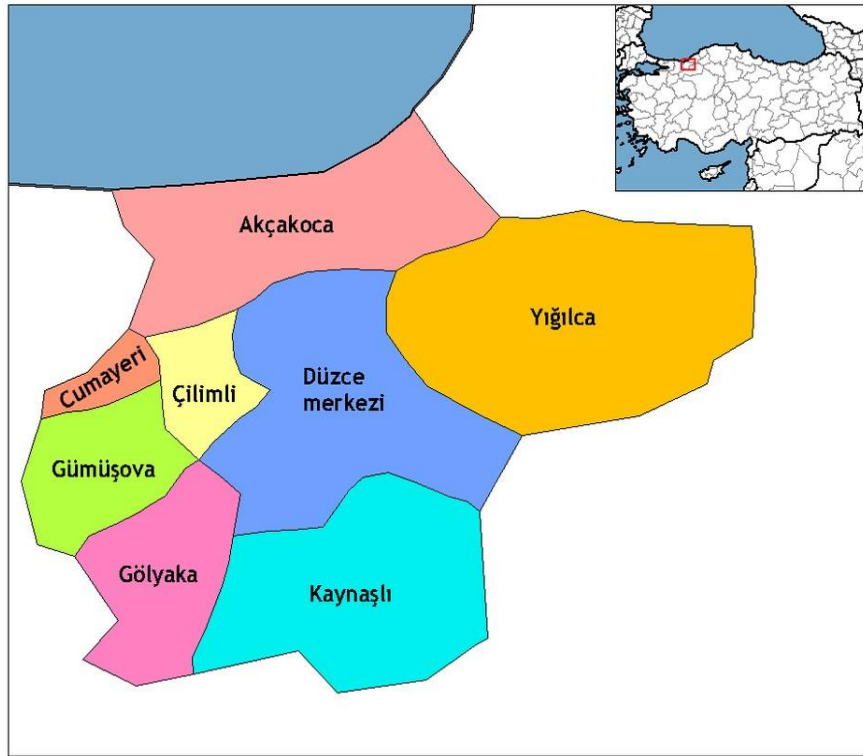
(Enlem / Boylam)

Tablo 3.4 Surveylerde elde edilen diğer izolatların konum bilgileri

Sıra	İzolat Adı	İlçe	Köy	Koordinatlar
1	<i>Diaporthe</i> sp. A1	Akçakoca	Beyören	41.0444 / 31.1521
2	<i>Diaporthe</i> sp. A2	Düzce	Musababa	40.8416 / 31.2263
3	<i>Diaporthe</i> sp. D2	Düzce	Altınpınar	40.8154 / 31.2194
4	<i>Diaporthe</i> sp. 2H8	Yığılca	İğneler	41.0317 / 31.4731
5	<i>Diaporthe</i> sp. B5	Kaynaşlı	Çakırsayvan	40.7315 / 31.2575
6	<i>Diaporthe</i> sp. G3	Gümüşova	Adaköy	40.8343 / 31.2398
7	<i>Fusarium</i> sp. A5	Akçakoca	Küpler	40.9643 / 30.9968
8	<i>Neopestilatiopsis</i> sp. E3	Gölyaka	Güzeldere	40.8154 / 31.2194
9	<i>Nigrospora</i> sp. D8	Akçakoca	Esmahanım	40.9643 / 30.9968
10	<i>Fusarium</i> sp. 2A4	Cumayeri	Ordulu Karadere	40.9208 / 30.8754

(Enlem / Boylam)

Survey çalışmalarının yürütüldüğü Düzce ili ve ilçelerinden toplanan örneklerden elde edilen *B. cinerea* izolatlarının dağılımı aşağıdaki gibidir;



Şekil 3.6. Survey alanları

Akçakoca	: 32 Adet
Cumayeri	: 5 Adet
Çilimli	: 3 Adet
Gölyaka	: 3 Adet
Gümüşova	: 3 Adet
Kaynaşlı	: 3 Adet
Düzce Merkez	: 20 Adet
Yığılca	: 3 Adet

3.2.3 *Botrytis cinerea* ile Patojenisite Denemeleri

Toplamda 72 adet olan *Botrytis cinerea* izolat koleksiyonumuzun koloni morfolojisine göre temsilcilerinden *B. cinerea* grubuna dahil edilen ve içerisinde moleküler teşhise gönderilen izolatların da bulunduğu toplamda 35 adet izolat ile n patojenisite denemeleri kurulup, diğer patojenisite denemelerinde kullanılmak üzere en agresif olan ve otanaklarda *B. cinerea* semptomu gösteren izolatlar belirlenmiştir. Elde edilen izolatların patojenisite testleri 2023 üretim sezonunda tamamlanmıştır. Bu izolatların içerisinden 7 adet izolat seçilmiştir. Bu izolatlar; *B. cinerea* F5, *B. cinerea* 2E1, *B. cinerea* 2B1, *B. cinerea* 2C4, *B. cinerea* 2A2, *B. cinerea* C6, *B. cinerea* 2B2'dir.

3.2.3.1 Çotanaklı Sürgün Yöntemi



Şekil 3.7. Çotanaklı sürgün yöntemi

Tablo 3.5 Çotanaklı sürgün yöntemi spor süspansiyonu patojenisite sonuçları

İzolat adı	% Hastalık Şiddeti
Kontrol	0
2B1	44,4
F5	55,5
2E1	33,3
2C4	55,5
C6	44,4
2A2	55,5
2B2	77,7



Şekil 3.8. Çotanaklı sürgün yöntemi spor süspansiyonu

Tablo 3.6 Çotanaklı sürgün yöntemi, disk ile yapılan deneme sonuçları

İzolat adı	% Hastalık Şiddeti
Kontrol	0
2B1	55,5
F5	11,1
2E1	44,4
2C4	55,5
C6	66,6
2A2	55,5
2B2	88,8

3.2.3.2 Yaprak Yöntemi

Tablo 3.7 Yaprak yöntemi spor süspansiyonu patojenisite sonuçları

İzolat adı	% Hastalık Şiddeti
Kontrol	0
2B1	55,5
F5	77,7
2E1	66,6
2C4	55,5
C6	77,7
2A2	55,5
2B2	77,7

Tablo 3.8 Yaprak yöntemi disk ile yapılan deneme sonuçları

İzolat adı	% Hastalık Şiddeti
Kontrol	0
2B1	44,4
F5	33,3
2E1	33,3
2C4	44,4
C6	77,7
2A2	66,6
2B2	66,6



Şekil 3.9. *Botrytis cinerea* 2B2 izolatu yaprak yöntemi

3.2.3.3 Züraf Yöntemi

Tablo 3.9 Züraf yöntemi spor süspansiyonu patojenisite sonuçları

İzolat adı	% Hastalık Şiddeti
Kontrol	0
2B1	77,7
F5	77,7
2E1	66,6
2C4	77,7
C6	66,6
2A2	77,7
2B2	88,8

Tablo 3.10 Z r f yöntemi disk ile kurulan deneme sonuçları

�zolat adı	% Hastalık Şiddeti
Kontrol	0
2B1	77,7
F5	55,5
2E1	66,6
2C4	66,6
C6	88,8
2A2	77,7
2B2	88,8



Şekil 3.10. *Botrytis cinerea* 2B2 izolatı z r f yöntemi

3.2.4 Elde Edilen Diğer İzolatlar ile Patojenisite Denemeleri

3.2.4.1. Çotanaklı Sürgün Yöntemi

Tablo 3.11 Çotanaklı sürgün yöntemi, disk ile yapılan deneme sonuçları

İzolat adı	% Hastalık Şiddeti
Kontrol	0
<i>Diaporthe</i> sp. A1	55
<i>Diaporthe</i> sp. A2	44
<i>Diaporthe</i> sp. D2	55
<i>Diaporthe</i> sp. 2H8	44
<i>Diaporthe</i> sp. B5	77
<i>Diaporthe</i> sp. G3	77
<i>Fusarium</i> sp. A5	88
<i>Fusarium</i> sp. 2A4	55
<i>Neopestilatiopsis</i> sp. E3	66
<i>Nigrospora</i> sp. D8	88



Şekil 3.11 Kontrol grubu



Şekil 3.12. *Diaporthe* sp. A1 izolatu çotanak yöntemi patojenisite denemesi



Şekil 3.13. *Diaporthe* sp. D2 izolatu çotanak yöntemi patojenisite denemesi



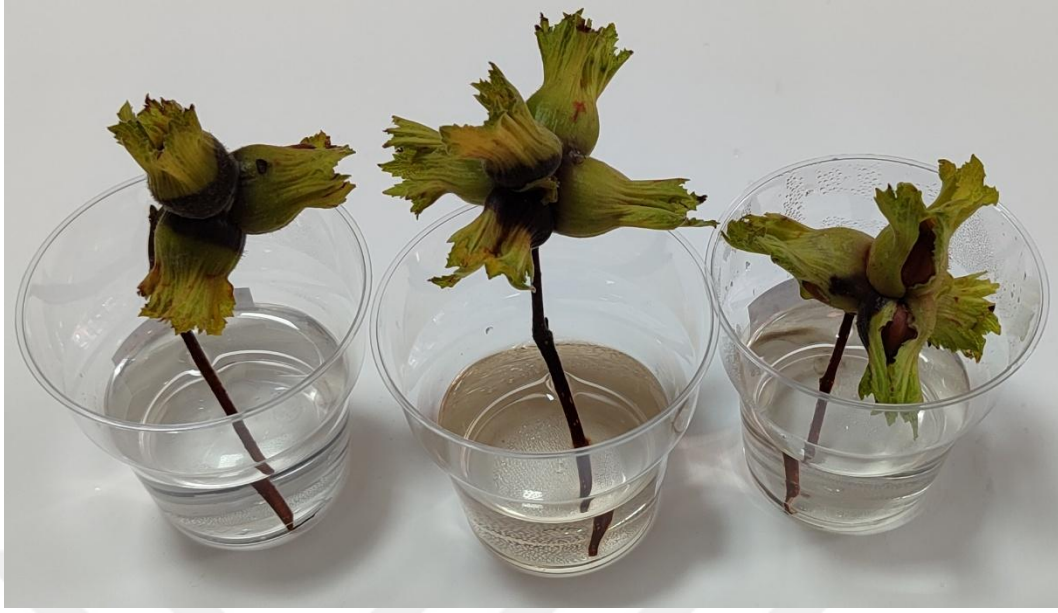
Şekil 3.14. *Fusarium* sp. A5 izolatu çotanak yöntemi patojenisite denemesi



Şekil 3.15. *Diaporthe* sp. B5 izolatu çotanak yöntemi patojenisite denemesi



Şekil 3.16. *Fusarium* sp. 2A4 izolatu çotanak yöntemi patojenisite denemesi



Şekil 3.17. *Neopestilatiopsis* sp. E3 izolatu çotanak yöntemi patojenisite denemesi



Şekil 3.18. *Nigrospora* sp. D8 izolatu çotanak yöntemi patojenisite denemesi

3.2.4.2 Yaprak Yöntemi

Tablo 3.12 Yaprak yöntemi patojenisite sonuçları

İzolat adı	% Hastalık Şiddeti
Kontrol	0
<i>Diaporthe</i> sp. A1	44
<i>Diaporthe</i> sp. A2	44
<i>Diaporthe</i> sp. D2	44
<i>Diaporthe</i> sp. 2H8	66
<i>Diaporthe</i> sp. B5	44
<i>Diaporthe</i> sp. G3	77
<i>Fusarium</i> sp. A5	66
<i>Neopestilatiopsis</i> sp. E3	44
<i>Nigrospora</i> sp. D8	55
<i>Fusarium</i> sp. 2A4	66



Şekil 3.19.Yaprak yöntemi kontrol grubu

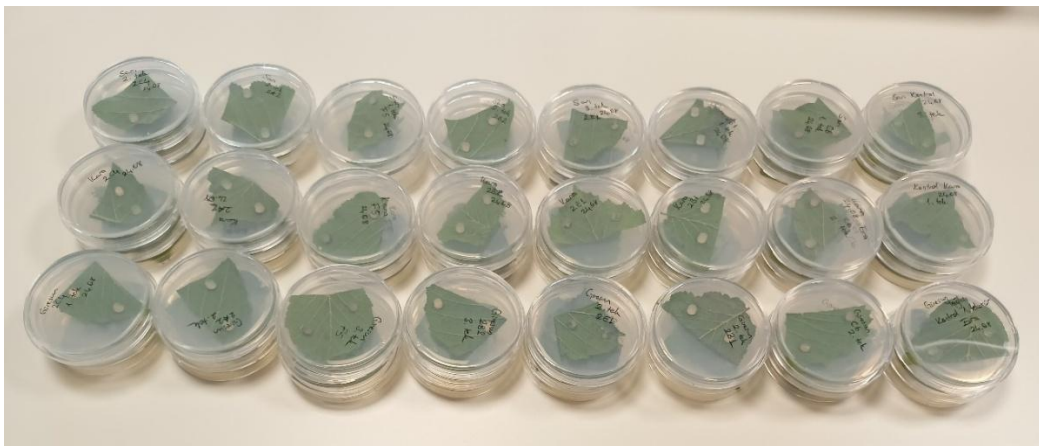


Şekil 3.20. *Diaporthe* sp. G3 izolatı yaprak yöntemi patojenisite denemesi



Şekil 3.21. *Fusarium* sp. A5 izolatı yaprak yöntemi patojenisite denemesi

3.2.4.3 Çeşit Reaksiyon Denemeleri



Şekil 3.22. Çeşit reaksiyon denemeleri

Tablo 3.13 Çeşit reaksiyon denemesi disk yöntemi (% Hastalık Şiddeti)

İzolat adı	Giresun yağlısı	Kara fındık	Sarı fındık
Kontrol	0	0	0
2B2	77,7	100	88,8
2A2	66,6	88,8	44,4
F5	55,5	33,3	33,3
2E1	55,5	33,3	0,0
2C4	33,3	55,5	33,3
C6	66,6	88,8	66,6
2B1	55,5	66,6	66,6

3.3 *Botrytis cinerea* 2B2 İzolatının Fungisitlere *In vitro* Duyarlılığı

3.3.1 Fungisitlerin *Botrytis cinerea*'nın Miseliyal Gelişimine Etkisi

Fungisitlerin *Botrytis cinerea*'nın miseliyal gelişimine etkilerinin test edildiği denemede 7 günlük zaman dilimi sonucunda deneme değerlendirilerek, her bir ilaç için 5 tekerrür olacak şekilde koloni gelişim çapları kaydedilmiştir. Fungisit etkili maddelere ait koloni gelişim çap ortalamaları ve % etki değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.14 Azoxystrobin etkili maddesinin farklı dozlarında *Botrytis cinerea* 2B2 izolatının miseliyal gelişimi ve engelleme oranı

Doz (µg/ml)	Koloni çapı (cm)	% Etki
Kontrol	7,94 ^a	0,00
1	7,84 ^a	1,25
3	6,80 ^b	14,35
5	6,56 ^b	17,38
10	5,98 ^{bc}	24,68
30	5,16 ^{cd}	35,01
50	5,14 ^{cd}	35,26
100	4,68 ^d	41,05

*Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur. (p<0,01)

Azoxystrobin etkili maddesi, kontrol petrisi ile kıyaslandığında 3 µg/ml, 5 µg/ml ve 10 µg/ml, 30 µg/ml ve 50 µg/ml'lik artan dozlarda miseliyal gelişimini engelleme oranı % 14,35 – 35,26 oranlarında gerçekleşerek, etkinlik oranı kademeli olarak artmıştır. Azoxystrobin 100 µg/ml'lik dozda ise kontrol petrisine oranla % 41,05 oranında *B. cinerea* izolatının miseliyal gelişimini engellemiştir.

Tablo 3.15 Captan etkili maddesinin farklı dozlarında *Botrytis cinerea* 2B2 izolatının miseliyal gelişimi ve engelleme oranı

Doz (µg/ml)	Koloni çapı (cm)	% Etki
Kontrol	7,94 ^a	0,00
1	7,70 ^{ab}	3,02
3	7,50 ^{bc}	5,54
5	7,44 ^{bc}	6,29
10	7,34 ^c	7,55
30	2,28 ^d	71,28
50	1,80 ^e	77,32
100	0,96 ^f	87,90

*Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur. (p<0,01)

Captan etkili maddesi *Botrytis cinerea* izolatının miseliyal gelişimini 1 µg/ml, 3 µg/ml, 5 µg/ml ve 10 µg/ml'lik artan dozlarda, % 3,02-7,55 oranında engellemiştir. 30 µg/ml dozdan sonra ise fungisidal etkinlik % 71,28 oranında ölçülerek, belirgin derecede artış göstermiştir. Miseliyal gelişim, 50 µg/ml'lik dozda % 77,32 oranında ve 100 µg/ml dozda % 87,90 oranında engellenerek, yüksek düzeyde etkinlik saptanmıştır.

Tablo 3.16 Cyprodinil etkili maddesinin farklı dozlarında *Botrytis cinerea* 2B2 izolatının miseliyal gelişimi ve engelleme oranı

Doz (µg/ml)	Koloni çapı (cm)	% Etki
Kontrol	7,94 ^a	0,00
1	0,88 ^b	88,91
3	0,76 ^{bc}	90,42
5	0,66 ^{cd}	91,68
10	0,56 ^{de}	92,94
30	0,40 ^{ef}	94,96
50	0,26 ^{fg}	96,72
100	0,18 ^g	97,73

*Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur.(p<0,01)

Cyprodinil etkili maddesinin *B. cinerea* izolatının miseliyal gelişimine 1 µg/ml’lik dozda etkisi % 88,91 olarak kaydedilmiştir. Fungisidal etkinlik 3 µg/ml, 5 µg/ml ve 10 µg/ml, 30 µg/ml ve 50 µg/ml’lik artan dozlarda kademeli olarak artmıştır. 100 µg/ml’lik dozda ise kontrol petrisine oranla %97,73 oranında engelleme sağlanarak, Cyprodinil etkili maddesinin *B. cinerea* izolatına yüksek düzeyde etkili olduğu kaydedilmiştir.

Tablo 3.17 Tebuconazole etkili maddesinin farklı dozlarında *Botrytis cinerea* 2B2 izolatının miseliyal gelişimi ve engelleme oranı

Doz (µg/ml)	Koloni çapı (cm)	% Etki
Kontrol	7,94 ^a	0,00
1	2,12 ^b	73,30
3	1,10 ^c	86,14
5	0,88 ^c	88,91
10	0,42 ^d	94,71
30	0,00 ^e	100
50	0,00 ^e	100
100	0,00 ^e	100

*Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur.(p<0,01)

Tebuconazole etkili maddesi, *Botrytis cinerea* izolatının miseliyal gelişimini 1 µg/ml dozda %73,30 oranında engellemiştir. 3 µg/ml ve 5 µg/ml dozda engelleme oranları sırasıyla %86,14 ve %88,91 olarak ölçülmüştür ve bu dozlar arasında etkinlik farkı saptanmamıştır. 10 µg/ml dozda fungisidal etkinlik %94,71'e yükselmiştir. 30 µg/ml dozdan sonra miseliyal gelişimi tamamen engellenerek; 30 µg/ml dozdan sonra fungisidal etkinlik %100 oranında kaydedilmiş olup, *Botrytis cinerea* izolatının miseliyal gelişimi tamamen engellenmiştir.

Tablo 3.18 Thiophanate-methyl etkili maddesinin farklı dozlarında *Botrytis cinerea* 2B2 izolatının miseliyal gelişimi ve engelleme oranı

Doz (µg/ml)	Koloni çapı (cm)	% Etki
Kontrol	7,94 ^a	0,00
1	0,32 ^b	95,96
3	0,16 ^{bc}	97,98
5	0,00 ^c	100
10	0,00 ^c	100
30	0,00 ^c	100
50	0,00 ^c	100
100	0,00 ^c	100

*Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur.(p<0,01)

Thiophanate-methyl etkili maddesinin *B. cinerea* izolatının miseliyal gelişimine etkisi incelendiğinde, fungisidal etkinlik 1 µg/ml'lik dozda % 95,96 ve 3µg/ml'lik dozda % 97,98 oranlarında kaydedilmiştir. 5 µg/ml'lik dozdan itibaren tüm dozlarda engelleme oranı % 100 olarak gerçekleşerek, miseliyal gelişim tamamen engellenmiştir.

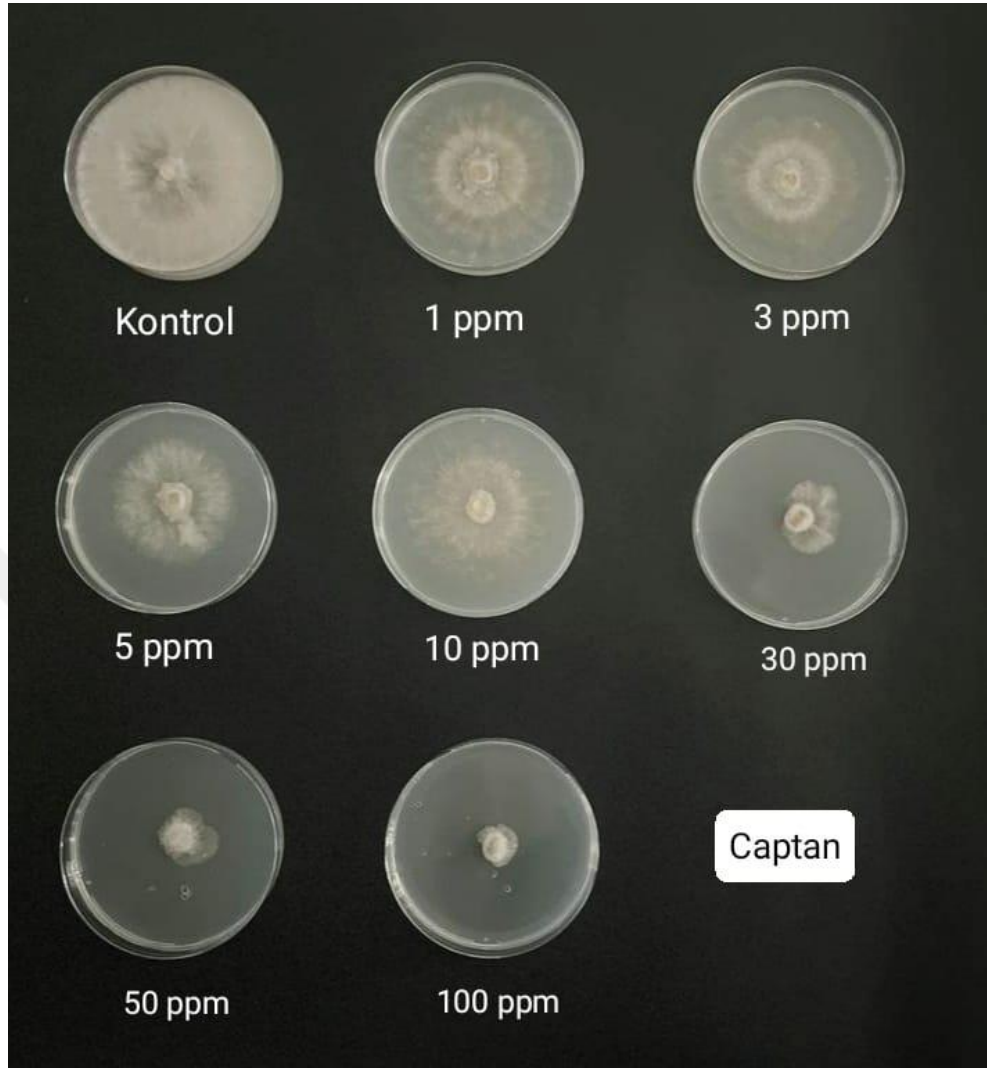
Tablo 3.19 Fungisit etkili maddelerine ait dozların *Botrytis cinerea* 2B2 izolatının koloni gelişimi üzerine etkilerinin kıyaslanması (cm)

Doz($\mu\text{g/ml}$)	Etkili maddelere göre koloni çapı (cm)				
	Azoxystrobin	Captan	Cyprodinil	Tebuconazole	Thiophanate-methyl
0(Kontrol)	7,94 ^a	7,94 ^a	7,94 ^a	7,94 ^a	7,94 ^a
1	7,84 ^a	7,70 ^{ab}	0,88 ^b	2,12 ^b	0,32 ^b
3	6,80 ^b	7,50 ^{bc}	0,76 ^{bc}	1,10 ^c	0,16 ^{bc}
5	6,56 ^b	7,44 ^{bc}	0,66 ^{cd}	0,88 ^c	0,00 ^c
10	5,98 ^{bc}	7,34 ^c	0,56 ^{de}	0,42 ^d	0,00 ^c
30	5,16 ^{cd}	2,28 ^d	0,40 ^{ef}	0,00 ^e	0,00 ^c
50	5,14 ^{cd}	1,80 ^e	0,26 ^{fg}	0,00 ^e	0,00 ^c
100	4,68 ^d	0,96 ^f	0,18 ^g	0,00 ^e	0,00 ^c

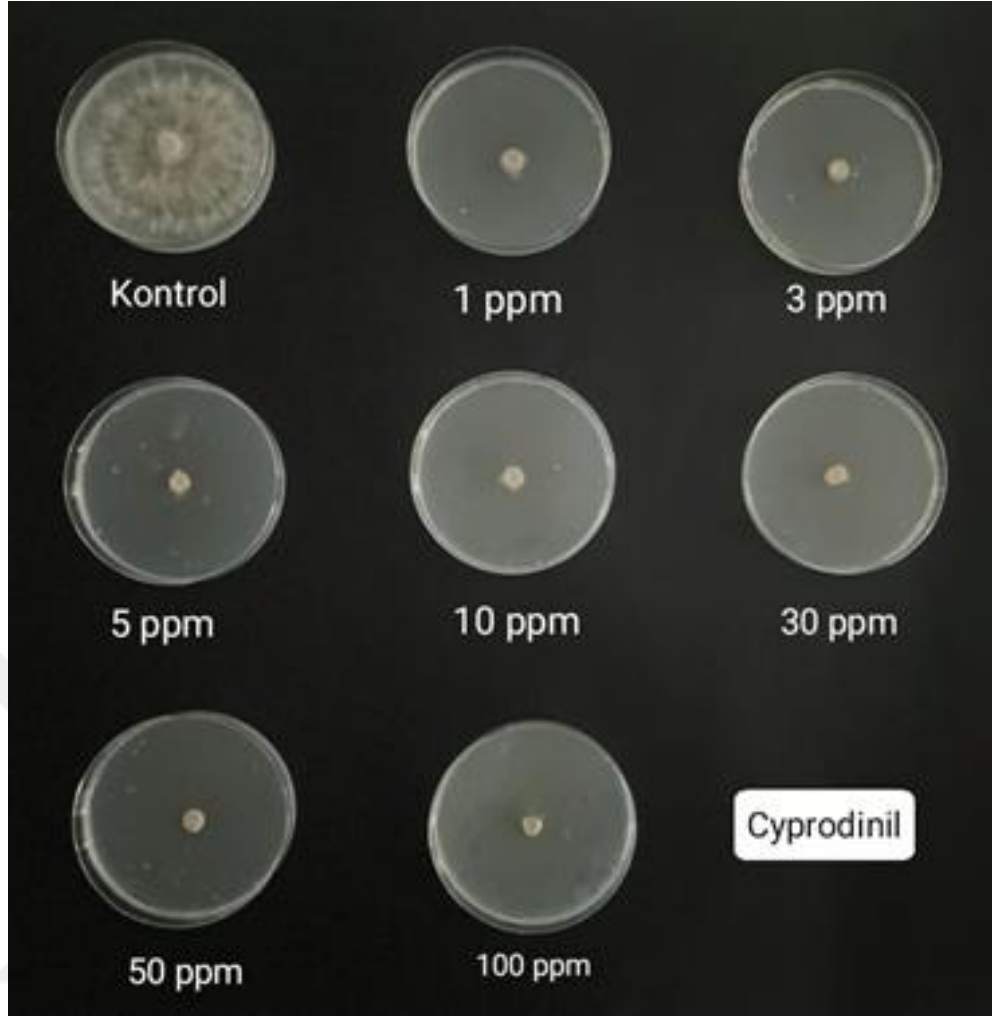
*Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur. ($p < 0,01$)



Şekil 3.23. Azoxystrobin'in *Botrytis cinerea* 2B2 izolatının miseliyal gelişimine etkisi



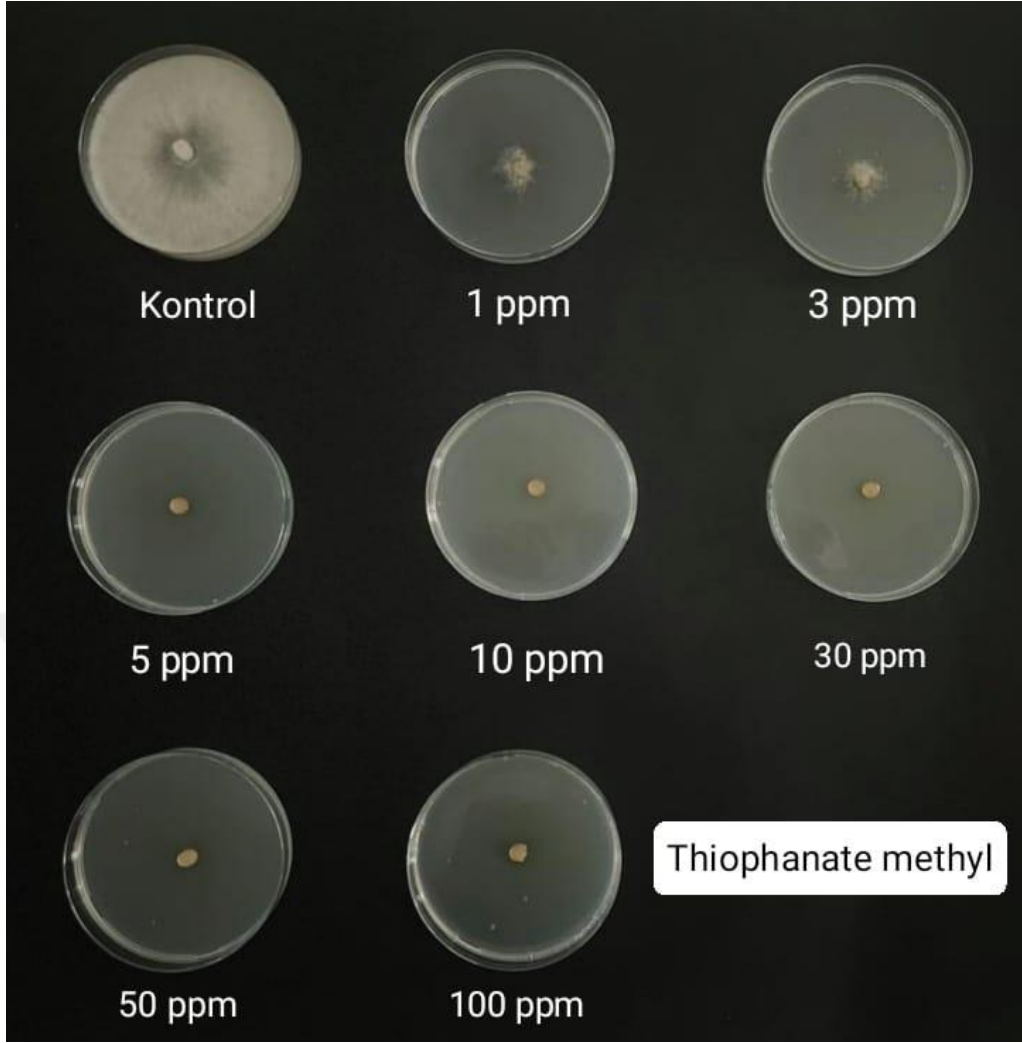
Şekil 3.24. Captan'ın *Botrytis cinerea* 2B2 izolatının miseliyal gelişimine etkisi



Şekil 3.25. Cyprodinil'in *Botrytis cinerea* 2B2 izolatının miseliyal gelişimine etkisi



Şekil 3.26. Tebuconazol'ün *Botrytis cinerea* 2B2 izolatının miseliyal gelişimine etkisi



Şekil 3.27. Thiophanate methyl'in *Botrytis cinerea* 2B2 izolatının miseliyal gelişimine etkisi

3.3.2 *Botrytis cinerea*'nın Fungisitlere Duyarlılık Düzeyleri

Tablo 3.20 Miseliyal gelişimin %50 oranında engellendiği (EC₅₀) doz ve bu değere göre seçilen fenotipler

Fenotip	Miseliyal gelişimi %50 engellendiği doz (µg/ml)
Azoxystrobin fenotipi	100
Captan fenotipi	30
Cyprodinil fenotipi	1
Tebuconazole fenotipi	1
Thiophanate-methyl fenotipi	1

3.3.3 Fungisitlerin Spor çimlenmesine Etkileri

Mikroskop altında sporların çimlenme durumları aşağıdaki tabloda verilmiştir;

Tablo 3.21 Fungisitlerin farklı dozlarının *B. cinerea* 2B2 izolatının spor çimlenmesi üzerine etkileri

Doz (µg/ml)	Fungisitler				
	Azoxystrobin	Captan	Cyprodinil	Tebuconazole	Thiophanate-methyl
0	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
1	95,2 ^{ab}	93,2 ^b	72,4 ^b	67,4 ^b	65,6 ^b
3	93,4 ^{ab}	92,0 ^{bc}	69,0 ^{bc}	64,8 ^b	62,0 ^b
5	91,4 ^b	90,2 ^{bc}	66,2 ^c	60,6 ^c	56,6 ^c
10	89,6 ^b	88,0 ^c	60,4 ^d	55,2 ^d	52,0 ^d
30	71,6 ^c	70,6 ^d	55,4 ^e	49,6 ^e	47,6 ^e
50	65,0 ^d	59,8 ^e	43,6 ^f	40,2 ^f	38,0 ^f
100	42,0 ^e	40,2 ^f	29,0 ^g	13,4 ^g	2,6 ^g

*Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur. (p<0,01)

Yukarıdaki tabloda çimlenen spor sayıları incelendiğinde Tebuconazole, Cyprodinil ve Thiophanate-methyl etkili maddeleri 30 µg/ml dozda spor çimlenmesini yaklaşık olarak %50 oranında, Captan ve Azoxystrobin etkili maddeleri ise, 100 µg/ml dozda yaklaşık olarak %60 oranında engellemiştir. Sonuç

olarak tüm fungusitlerin artan dozlarında, spor çimlenmesinde kademeli olarak belirgin bir düşüş gözlemlenmiştir. Tebuconazole ve Thiophanate-methyl'in 100 µg/ml dozları spor çimlenmesinin engellenmesinde en etkili sonuçları vermiştir.

3.3.4 Fenotiplerdeki Duyarlılık Düzeyinin Belirlenmesi

3.3.4.1 Fenotiplerin *in vitro* Koşullarda Miseliyal Gelişimi ve Spor Verimi

Tablo 3.22 Fenotiplerde miseliyal büyüme hızı ve spor çimlenme değerleri

Fungisitler	Misel büyüme hızı(mm/gün)	Spor çimlenme oranı(%)
Kontrol	11,3 ^a	100 ^a
Azoxystrobin fenotipi	7,3 ^d	51 ^e
Captan fenotipi	9,1 ^b	81 ^c
Cyprodinil fenotipi	8,7 ^{bc}	90,6 ^b
Tebuconazole fenotipi	8,3 ^c	69 ^d
Thiophanate-methyl fenotipi	6,5 ^e	80,3 ^c

Bu araştırmada denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Buna göre fenotiplerde spor çimlenme oranları cyprodinil için %90,6, captan için %81, thiophanate-methyl için % 80,3, tebuconazole için %69 ve azoxystrobin için ise %51 olarak kaydedilmiştir.

Miseliyal büyüme hızları ise mm/gün olarak incelenmiştir. Buna göre kontrol grubu (fungisit içermeyen) petrilerinden, yine fungusit içermeyen petrilere aktarılan izolatların günlük büyüme hızı 11 mm olarak ölçülmüştür. Captan fenotipinden, fungusit içermeyen PDA'ya aktarılan izolatın büyüme hızı 9,1 mm/gündür. Büyüme hızı cyprodinil fenotipi için 8,7 mm/gün, tebuconazole fenotipi için 8,3, azoxystrobin fenotipi için 7,3 mm/gün, thiophanate-methyl fenotipi için 6,5 mm/gün olarak saptanmıştır. Miseliyal büyüme hızlarının azaldığı tespit edilmiştir.

3.3.4.2 Fungisitlerin Fenotiplerdeki Duyarlılık Düzeyine Etkisi

Tablo 3.23 Azoxystrobin etkili maddesinin farklı dozlarında azoxystrobin fenotipinin misel gelişimi ve engelleme oranı

Doz (µg/ml)	Koloni çapı (cm)	% Etki
Kontrol	7,94 ^a	0,00
1	7,20 ^b	9,31
3	7,14 ^b	10,07
5	6,80 ^c	14,35
10	6,78 ^c	14,60
30	6,76 ^c	14,86
50	6,74 ^c	15,11
100	6,64 ^c	16,37

*Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur.(p<0,01)

Azoxystrobin etkili maddesinin azoxystrobin fenotipi izolatının koloni gelişimine etkisi incelendiğinde, 1 µg/ml’lik dozda %9,31, 3 µg/ml’lik dozda % 10,07 olarak kaydedilmiştir. 5 µg/ml’lik dozda etkinlik % 14,35 olarak kaydedilmiştir ve doz artışları arasında etkinlik farkı saptanmamıştır. 100 µg/ml’lik dozda ise patojenin misel gelişimi üzerinde sadece %16,37 oranında engelleme etkisi gösterdiğinden, *Botrytis cinerea*’ya karşı etkisiz bulunmuştur.

Tablo 3.24 Captan etkili maddesinin farklı dozlarında captan fenotipinin misel gelişimi ve engelleme oranı

Doz (µg/ml)	Koloni çapı (cm)	% Etki
Kontrol	7,94 ^a	0,00
1	7,72 ^{ab}	2,77
3	7,62 ^b	4,03
5	7,58 ^b	4,53
10	7,52 ^b	5,28
30	4,72 ^c	40,55
50	3,80 ^d	52,14
100	2,98 ^e	62,46

*Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur.(p<0,01)

Captan etkili maddesinin captan fenotipi izolatına karşı etkinliği incelendiğinde, etkinlik oranı 1 µg/ml’lik dozda % 2,77, 3 µg/ml’lik dozda % 4,03, 5 µg/ml’lik dozda % 4,53 ve 10 µg/ml’lik dozda % 5,28 olarak kaydedilmiştir. 30 µg/ml’lik dozda fungisidal etkinlik belirgin şekilde artarak, %40,55 olarak tespit edilmiştir. Misel gelişimi engelleme oranı 50 µg/ml’lik dozda % 52,14 ve 100 µg/ml’lik dozda % 62,46 olarak kaydedilmiştir.

Tablo 3.25 Cyprodinil etkili maddesinin farklı dozlarında cyprodinil fenotipinin misel gelişimi ve engelleme oranı

Doz (µg/ml)	Koloni çapı (cm)	% Etki
Kontrol	7,94 ^a	0,00
1	5,20 ^b	34,50
3	4,50 ^c	43,32
5	2,74 ^d	65,49
10	2,62 ^{de}	67,00
30	2,08 ^e	73,80
50	1,48 ^f	81,36
100	0,52 ^g	93,45

*Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur. (p<0,01)

Cyprodinil etkili maddesinin cyprodinil fenotipi izolatına karşı etkinliği incelendiğinde, etkinlik oranı 1 µg/ml’lik dozda %34,50, 3 µg/ml’lik dozda % 43,32 olarak kaydedilmiştir. 5 µg/ml’lik dozda belirgin bir artış göstererek etkinlik oranı % 65,49’a yükselmiştir. 5 µg/ml ve 10 µg/ml’lik dozları arasında etkinlik farkı saptanmamıştır. Patojenin misel gelişimini engelleme etkisi 30 µg/ml’lik dozdan sonra da kademeli olarak artış göstererek, 100 µg/ml’lik dozda ise %93,45 oranında yüksek etki sağlanmıştır.

Tablo 3.26 Tebuconazole etkili maddesinin farklı dozlarında tebuconazole fenotipi izolatının misel gelişimi ve engelleme oranı

Doz (µg/ml)	Koloni çapı (cm)	% Etki
Kontrol	7,94 ^a	0,00
1	5,48 ^b	30,98
3	3,16 ^c	60,20
5	1,44 ^d	81,86
10	0 ^e	100
30	0 ^e	100
50	0 ^e	100
100	0 ^e	100

*Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur.(p<0,01)

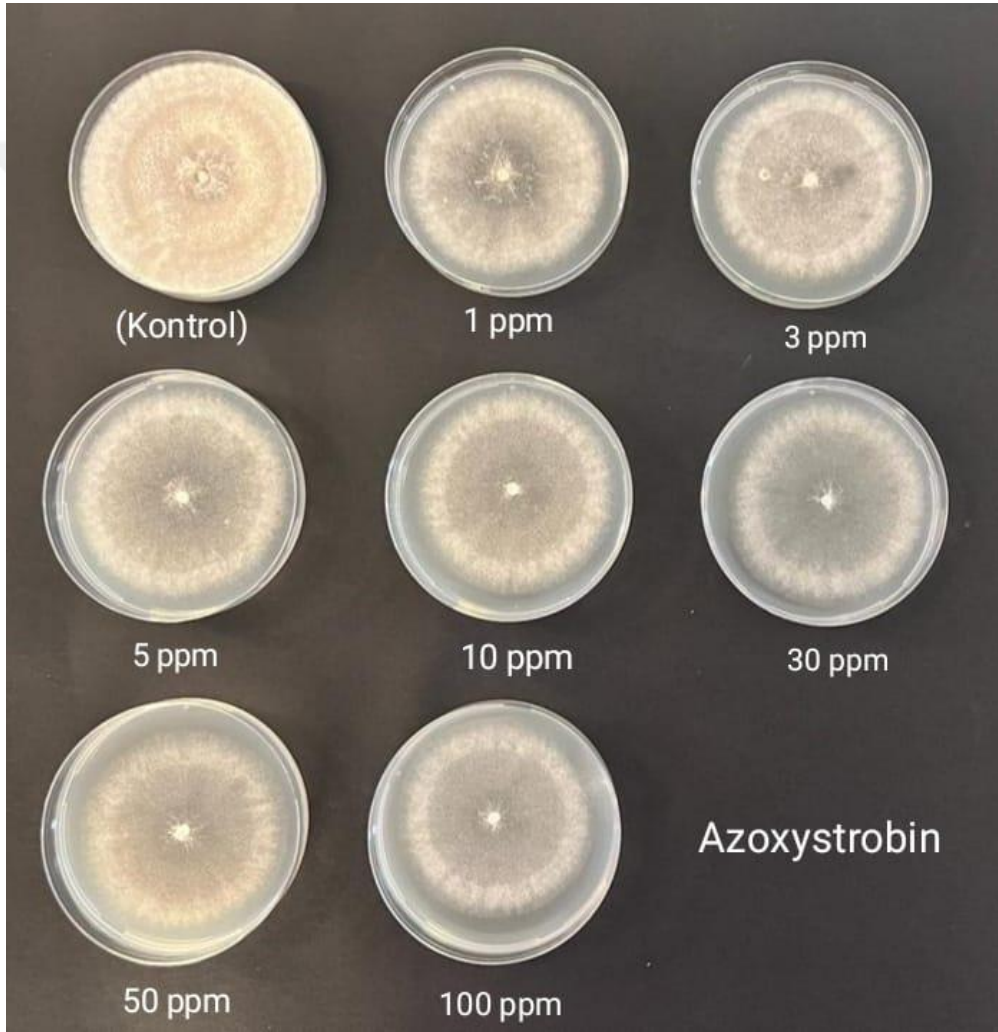
Tebuconazole etkili maddesinin tebuconazole fenotipi izolatının misel gelişimini engelleme etkisi, 1 µg/ml’lik dozda % 30,98, 3 µg/ml’lik dozda % 60,20 ve 5 µg/ml’lik dozda %81,86 olarak gerçekleşerek, kademeli olarak artış göstermiştir ve belirtilen dozlar arasında etkinlik farkı saptanmıştır. 10 µg/ml’lik dozdan itibaren, %100 olarak kaydedilmiş olup, yüksek etkinlik göstererek misel gelişiminin tamamını engellemiştir.

Tablo 3.27 Thiophanate-methyl etkili maddesinin farklı dozlarında thiophanate methyl fenotipinin misel gelişimi ve engelleme oranı

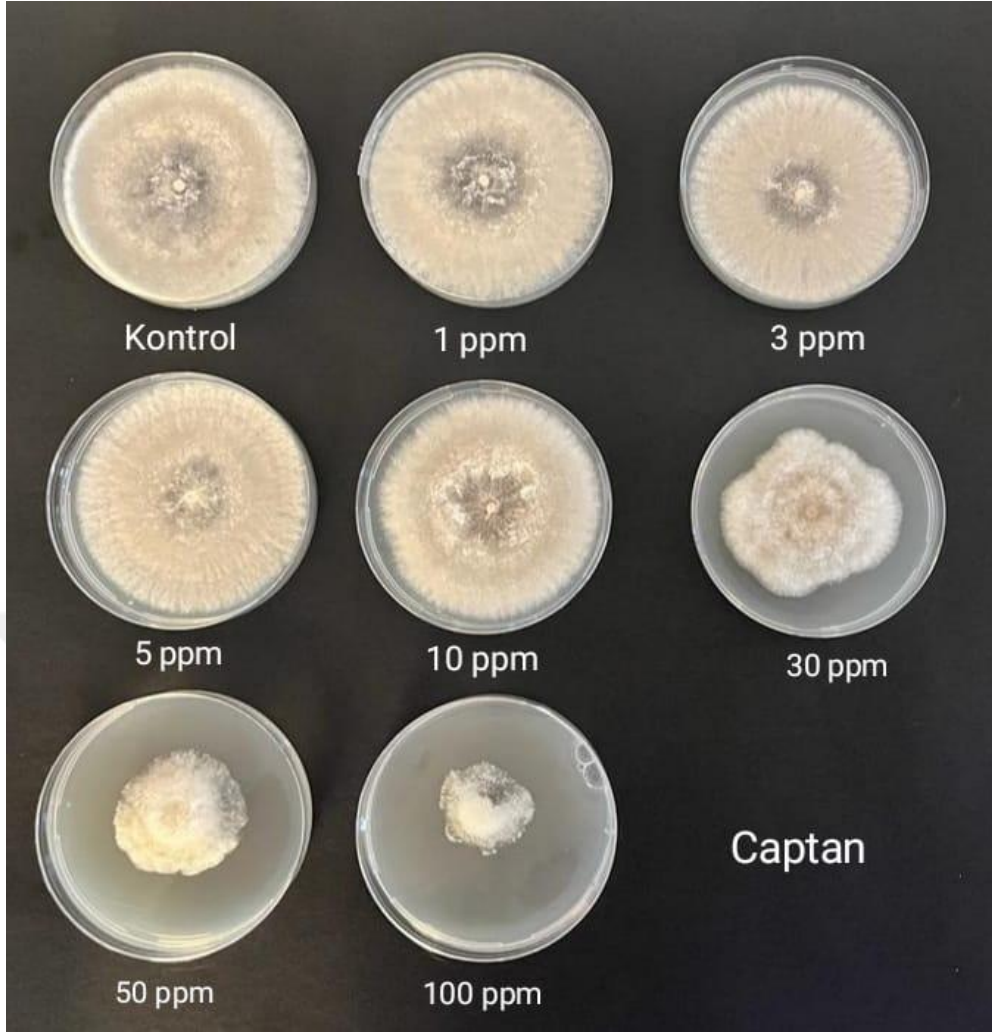
Doz (µg/ml)	Koloni çapı (cm)	% Etki
Kontrol	7,94 ^a	0,00
1	1,42 ^b	82,11
3	0,86 ^c	89,16
5	0,50 ^d	93,70
10	0,24 ^{de}	96,97
30	0,14 ^e	98,23
50	0,10 ^e	98,74
100	0,00 ^e	100

*Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur.(p<0,01)

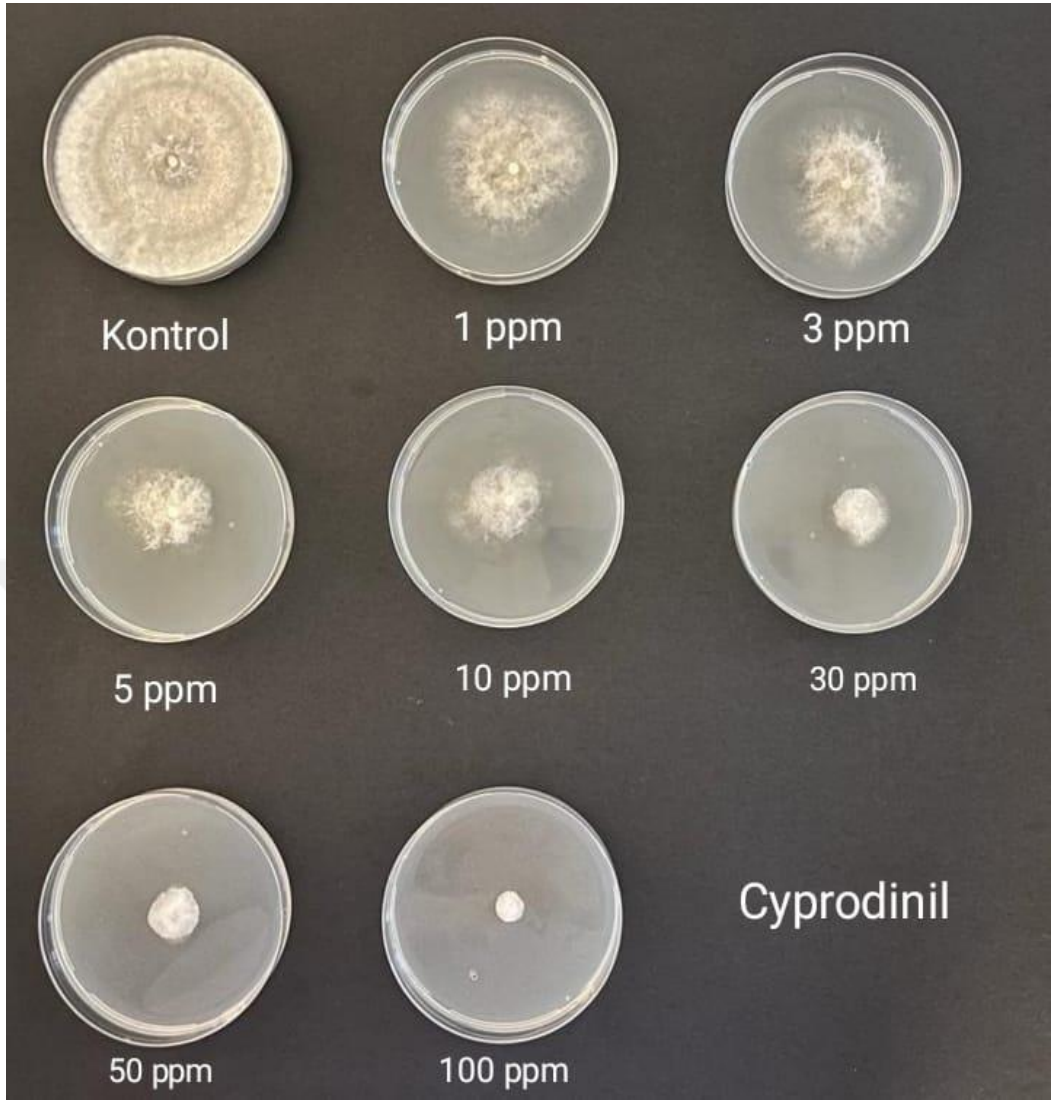
Thiophanate-methyl etkili maddesinin thiophanate-methylfenotipi izolatının koloni gelişimine etkisi incelendiğinde, 1 $\mu\text{g}/\mu\text{g/ml}$ 'lik %82,11, 3 $\mu\text{g/ml}$ 'lik dozda % 89,16 olarak kaydedilmiştir. 5 $\mu\text{g/ml}$ 'lik dozda etkinlik % 93,70 ve 10 $\mu\text{g/ml}$ 'lik dozda 96,97 olarak kaydedilmiştir ve bu iki doz artışı arasında etkinlik farkı saptanmamıştır. 30 $\mu\text{g/ml}$ ve 50 $\mu\text{g/ml}$ dozlarda etkinlik kademeli olarak artış göstermiş olup, 100 $\mu\text{g/ml}$ 'lik dozda misel gelişimi tamamen engellenmiştir.



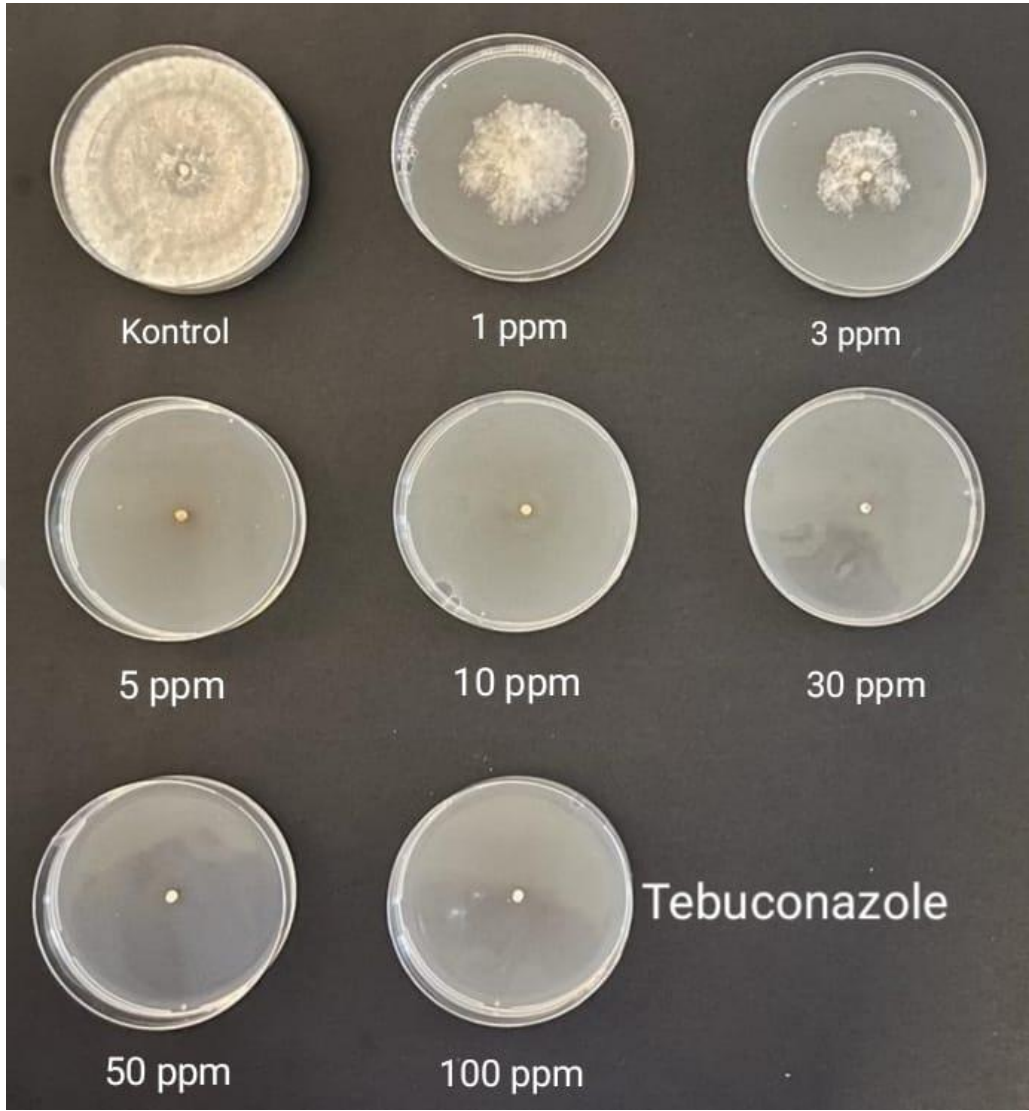
Şekil 3.28. Azoxystrobin fenotipinin miseliyal gelişime etkisi



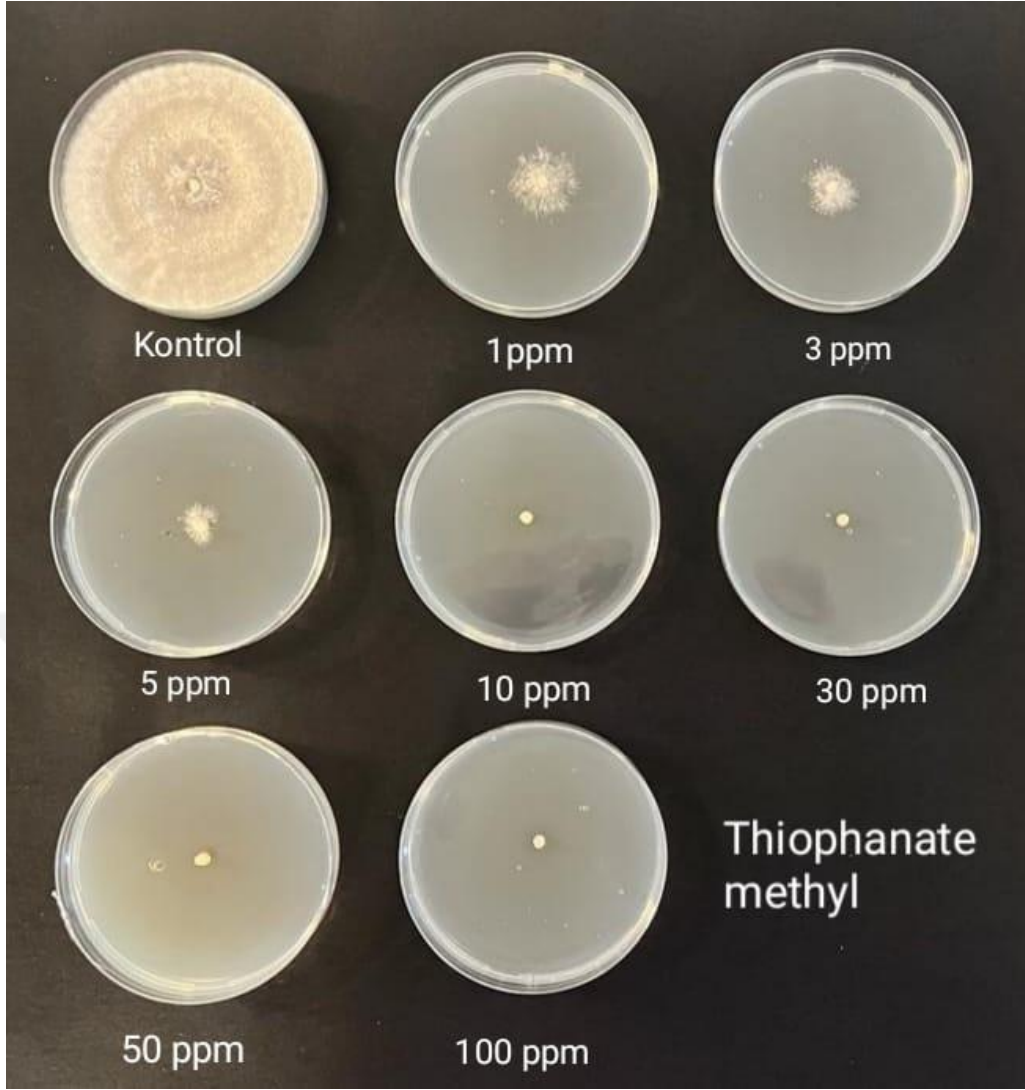
Şekil 3.29. Captan fenotipinin miseliyal gelişime etkisi



Şekil 3.30. Cyprodinil fenotipinin miseliyal gelişimine etkisi



Şekil 3.31. Tebuconazole fenotipinin miseliyal gelişimine etkisi



Şekil 3.32. Thiophanate methyl fenotipinin miseliyal gelişimine etkisi

3.3.4.3 Spor Çimlenme Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 3.28 Fungisitlerin farklı dozlarının *B. cinerea* 2B2 izolatının spor çimlenmesi üzerine etkileri

Doz (µg/ml)	Fungisitler				
	Tebuconazole	Captan	Cyprodinil	Azoxystrobin	Thiophanate-methyl
0	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
1	67,4 ^b	93,2 ^b	72,4 ^b	95,2 ^{ab}	65,6 ^b
3	64,8 ^b	92,0 ^{bc}	69,0 ^{bc}	93,4 ^{ab}	62,0 ^b
5	60,6 ^c	90,2 ^{bc}	66,2 ^c	91,4 ^b	56,6 ^c
10	55,2 ^d	88,0 ^c	60,4 ^d	89,6 ^b	52,0 ^d
30	49,6 ^e	70,6 ^d	55,4 ^e	71,6 ^c	47,6 ^e
50	40,2 ^f	59,8 ^e	43,6 ^f	65,0 ^d	38,0 ^f
100	13,4 ^g	40,2 ^f	29,0 ^g	42,0 ^e	2,6 ^g

*Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur. (p<0,01)

Tablo 3.29 Fenotiplerde miseliyal büyüme hızı ve spor çimlenme değerleri

Fungisitler	Misel büyüme hızı(mm/gün)	Spor çimlenme oranı(%)
Kontrol	11,3	100
Tebuconazole	8,3	69
Captan	9,1	81
Cyprodinil	8,7	90,6
Azoxystrobin	7,3	51
Thiophanate-methyl	6,5	80,3

3.3.4.4 Miseliyal Gelişim Denemelerinin Karşılaştırılması

Tablo 3.30 Fungisitlerin *Botrytis cinerea* 2B2 izolatının koloni gelişimi üzerine etkilerinin kıyaslanması (cm)

Doz(μ g/ml)	Etkili maddelere göre koloni çapı(cm)				
	Tebuconazole	Captan	Cyprodinil	Azoxystrobin	Thiophanate-methyl
0(Kontrol)	7,94 ^a	7,94 ^a	7,94 ^a	7,94 ^a	7,94 ^a
1	2,12 ^b	7,70 ^{ab}	0,88 ^b	7,84 ^a	0,32 ^b
3	1,10 ^c	7,50 ^{bc}	0,76 ^{bc}	6,80 ^b	0,16 ^{bc}
5	0,88 ^c	7,44 ^{bc}	0,66 ^{cd}	6,56 ^b	0,00 ^c
10	0,42 ^d	7,34 ^c	0,56 ^{de}	5,98 ^{bc}	0,00 ^c
30	0,00 ^e	2,28 ^d	0,40 ^{ef}	5,16 ^{cd}	0,00 ^c
50	0,00 ^e	1,80 ^e	0,26 ^{fg}	5,14 ^{cd}	0,00 ^c
100	0,00 ^e	0,96 ^f	0,18 ^g	4,68 ^d	0,00 ^c

*Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur.($p < 0,01$)

Tablo 3.31 Farklı fungusit etkili maddelerine ait dozların fenotiplerdeki koloni gelişimi üzerine etkilerinin kıyaslanması (cm)

Doz(μ g/ml)	Etkili maddelere göre koloni çapı(cm)				
	Tebuconazole fenotipi	Captan fenotipi	Cyprodinil fenotipi	Azoxystrobin fenotipi	Thiophanate-methyl fenotipi
0(Kontrol)	7,94 ^a	7,94 ^a	7,94 ^a	7,94 ^a	7,94 ^a
1	5,48 ^b	7,72 ^{ab}	5,20 ^b	7,20 ^b	1,42 ^b
3	3,16 ^c	7,62 ^b	4,50 ^c	7,14 ^b	0,86 ^c
5	1,44 ^d	7,58 ^b	2,74 ^d	6,80 ^c	0,50 ^d
10	0 ^e	7,52 ^b	2,62 ^{de}	6,78 ^c	0,24 ^{de}
30	0 ^e	4,72 ^c	2,08 ^e	6,76 ^c	0,14 ^e
50	0 ^e	3,80 ^d	1,48 ^f	6,74 ^c	0,10 ^e
100	0 ^e	2,98 ^e	0,52 ^g	6,64 ^c	0,00 ^e

*Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur.($p < 0,01$)

3.3.4.5 Biyolojik Mücadele

Biyolojik mücadele denemesinde *Botrytis cinerea*'yı tamamen engelleyerek, en etkili bulunan biyolojik preparat *Trichoderma harzianum* rifai KRL AG-2 olmuştur. *Pythium oligandrum* ise %8,33 hastalık oranıyla *B. cinerea*'ya karşı en etkili bulunan ikinci biyolojik preparat olmuştur. *Beauveria bassiana* Sc3 %41, *B. bassiana* Sc1 %50, *B. subtilis* %58,33, *B. bassiana* Sc2 %66,66 ve *Pseudomonas fluorescens* %83,33 hastalık oranıyla *B. cinerea*'ya karşı düşük etki göstermiştir. Aşağıdaki tabloda, uygulanan biyolojik mücadele ajanları ve hastalık şiddeti değerleri verilmiştir.

Tablo 3.32 Biyolojik mücadele ajanları ve dozlara göre ortalama % hastalık şiddeti

Biyolojik mücadele ajanı	Uygulama Dozu	Ortalama % Hastalık Şiddeti
Negatif Kontrol	20 ml saf su	0
Pozitif Kontrol (<i>Botrytis cinerea</i> 2B2)	1 x 10 ⁶ cfu/mL, 20 ml	100,00
<i>Bacillus subtilis</i> GB03	1 x 10 ⁶ cfu/mL, 20 ml	58,33
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1 x 10 ⁶ cfu/mL, 20 ml	83,33
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai KRL AG-2	1 x 10 ⁶ cfu/ml, 20 ml	0,00
<i>Pythium oligandrum</i>	1 x 10 ⁶ cfu/ml, 20 ml	8,33
<i>Beauveria bassiana</i> SC-1	1 x 10 ⁶ cfu/ml, 20 ml	50,00
<i>Beauveria bassiana</i> SC-2	1 x 10 ⁶ cfu/ml, 20 ml	66,66
<i>Beauveria bassiana</i> SC-3	1 x 10 ⁶ cfu/ml, 20 ml	41,66



Şekil 3.33. Negatif Kontrol Grubu



Şekil 3.34. Pozitif Kontrol Grubu



Şekil 3.35. *Bacillus subtilis* GB03



Şekil 3.36. *Pseudomonas fluorescens*



Şekil 3.37. *Trichoderma harzianum* Rifai KRL AG-2



Şekil 3.38. *Pythium oligandrum* strain M1



Şekil 3.39. *Beauveria bassiana* SC-1



Şekil 3.40. *Beauveria bassiana* SC-2



Şekil 3.41. *Beauveria bassiana* SC-3

4. TARTIŞMA

Türkiye, dünya fındık üretimi ve ihracatında uzun yıllardır lider konumda olup küresel arzın büyük bölümünü karşılamakta, bu yönüyle hem ulusal tarım ekonomisi hem de dış ticaret açısından stratejik bir ürün profili sergilemektedir. Karadeniz Bölgesi, gerek ekolojik uygunluk gerekse üretim yoğunluğu bakımından temel üretim merkezini oluşturmaktadır. Bu bölge içerisinde Düzce ili, özellikle verimli toprak yapısı, çeşit adaptasyonu ve üretici yoğunluğu ile fındık sektöründe önemli bir paya sahiptir. Fındık üretimi yalnızca ihracat gelirleriyle değil, aynı zamanda bölgesel kalkınma, kırsal istihdam ve tarımsal sürdürülebilirlik açısından da kritik bir rol oynamaktadır. Buna ek olarak fındığın işlenmesi, depolanması, katma değerli ürünlere dönüştürülmesi ve tedarik zinciri faaliyetleri, hem yerel ekonominin hem de ulusal tarım politikalarının temel bileşenleri arasında yer almaktadır.

Fındığın bölgesel ve ulusal ölçekte sahip olduğu bu ekonomik ve stratejik değer, üretim aşamasında karşılaşılan biyotik stres faktörlerinin yönetimini daha da kritik hâle getirmektedir. Bu bağlamda *B. cinerea*, çotanak, yaprak ve sürgünlerde oluşturduğu zararlar nedeniyle verim ve kalite kayıplarına yol açarak, üretim sürdürülebilirliği için risk oluşturmaktadır. Bu araştırmada, Düzce ili ve ilçelerindeki fındık üretim alanlarındaki hastalıklı çotanak örneklerinden izole edilen *B. cinerea* izolatlarının patojenisiteleri belirlenerek, en yüksek agresifliğe sahip olan 2B2 izolatu seçilerek çeşitli fungusitlerin *in vitro* etkinlikleri değerlendirilmiştir. Ayrıca seçilen izolatu duyarlılık düzeyinin sürekliliği, spor çimlenme yeteneği ve farklı biyolojik mücadele etmenlerine karşı tepkisi incelenmiştir.

Düzce ilinde incelenen 166 bahçede gerçekleştirilen survey çalışmalarında elde ettiğimiz verilere göre *B. cinerea*'nın yaygınlık oranı %43,37 olduğu tespit edilmiştir. Yürüt ve arkadaşlarının 1988-1990 yıllarında Akçakoca ve Düzce'de yaptıkları çalışmada *B. cinerea*, *Monilia fructigena* ve *M. coryli*'nin neden olduğu çotanak yanıklıklarının oranının Akçakoca'da %2,7 ve Düzce'de %17 oranında tespit etmişlerdir (Yürüt vd.,1994). Bu veriler Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Düzce'de iklim faktörlerinin değişmesine bağlı olarak fındık bahçelerinde hastalık etmenlerinin yıllar içerisinde artış gösterdiğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde Sezer (2012) Ordu, Giresun ve Trabzon illerinde fındık bahçelerinin %18,15'inin

Botrytis cinerea, *Alternaria* sp., *Colletotrichum* sp. ve *Fusarium* sp. gibi çeşitli çotanak hastalıklarıyla bulaşık olduğunu bildirmiştir.

Çeşit reaksiyon denemelerinde bölgede en yaygın yetiştiriciliği yapılan çeşitler Kara findık, Sarı findık ve Giresun yağlısı çeşitleri denemelerde kullanılmak üzere seçilmiştir. 2B2 izolatının çeşit reaksiyon denemelerinde Kara findık çeşidinde hastalandırma oranı %100 olarak tespit edilmiştir. Bunu %88 ile Sarı findık çeşidi ve %77,7 ile Giresun yağlısı çeşidi takip etmiştir. Sezer (2012) yaptığı çalışmada bölgede yaygın olarak yetiştirilen çeşitlerle gerçekleştirdiği çeşit reaksiyon denemesinde tüm çeşitlerin *B. cinerea*'ya hassas olduğunu ve en yüksek hastalık oranının Sivri findık çeşidinde %94,44 olduğunu kaydetmiştir (Sezer, 2012). Bu sonuçlar çalışmamızı destekler niteliktedir.

Bu çalışmada değerlendirilen fungusitlerden tebuconazole, cyprodinil ve thiophanate-methyl, *B. cinerea* 2B2 izolatına karşı en yüksek etkiyi göstermiştir. Tebuconazole düşük uygulama düzeylerinde dahi belirgin gelişim baskılamasıyla dikkat çekmiş olup, elde edilen sonuçlar literatürde bildirilen yüksek etkinlik düzeyleriyle uyumludur (Delen vd., 1988; Kim vd., 2016). Cyprodinil, miselyal gelişimi ve spor çimlenmesini düşük dozlarda da sınırlayarak Elad ve Freeman (2002) ile Leroux vd. (2002)'nin bulgularıyla benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Thiophanate-methyl ise in vitro koşullarda en yüksek inhibisyon oranlarını sağlamış ve literatürde rapor edilen çalışmalarla paralellik göstermiştir (Leroux, 2007; Shao vd., 2020). Bununla birlikte, benzimidazol grubu fungusitlerin uzun süre aynı şekilde ve tekrarlayan uygulamalarla kullanılması durumunda bazı patojen popülasyonlarında zamanla etkinlik düzeyinin azalabildiği farklı çalışmalar tarafından rapor edilmiştir (Kim vd., 2016); bu nedenle kullanımının çeşitlendirilmesi önerilebilir.

Öte yandan captan ve azoxystrobin, diğer fungusitlere kıyasla daha düşük etki düzeyi göstermiştir. Captan düşük dozlarda sınırlı kalmış, daha yüksek uygulamalarda etkisinin arttığı gözlenmiş ve bu durum Soylu vd. (2010)'un bulgularıyla uyumlu olmuştur. Azoxystrobin ise tüm uygulama düzeylerinde düşük etki göstermiştir. Bu durum, farklı çalışmalarda *B. cinerea* popülasyonlarında zaman içinde bu gruptaki ürünlere karşı yanıt düzeyinin azaldığını bildiren sonuçlarla paralellik göstermektedir (Shao vd., 2021). Bölgedeki üreticiler tarafından aynı gruba ait ürünlerin uzun yıllar arka arkaya uygulanmasının, etkinlik kaybının ortaya çıkmasına neden olabileceği değerlendirilmektedir. Genel bulgular,

kimyasal mücadelenin sürdürülebilirliğini artırmak amacıyla uygulamaların çeşitlendirilmesi ve farklı ürün gruplarının dönüşümlü kullanılmasının önemini ortaya koymaktadır (Hahn, 2014; Leroux, 2007).

Botrytis cinerea 2B2 izolatının genel miseliyal gelişimi ile farklı fungusit uygulamalarına verilen fenotipik yanıtlar karşılaştırıldığında, genel denemede tebuconazole, cyprodinil ve thiophanate-methyl uygulamalarının düşük dozlardan itibaren misel büyümesini belirgin biçimde sınırladığı; captan ve azoxystrobin uygulamalarında ise artan dozlara rağmen daha düşük düzeyde baskılanma görüldüğü tespit edilmiştir. Genel deneme sonuçları, izolatın farklı fungusit gruplarına karşı değişen yanıt düzeyleri sergilediğini ve bazı fungusitlerin daha düşük uygulama seviyelerinde bile etkili olabildiğini göstermektedir.

Fenotiplerde de benzer bir eğilim ortaya çıkmış, tebuconazole ve thiophanate-methyl fenotiplerinde koloni çapının düşük dozlardan itibaren hızla azaldığı, bazı uygulamalarda gelişimin neredeyse tamamen durduğu belirlenmiştir. Buna karşın captan ve azoxystrobin fenotiplerinde yüksek dozlarda dahi misel gelişiminin devam ettiği, dolayısıyla fenotip düzeyinde daha sınırlı bir yanıt sergilendiği gözlenmiştir (Koycu vd., 2018). Bu durum, aynı genetik kaynaktan elde edilen izolat içinde dahi fungusit uygulamalarına verilen yanıtın fenotipler arasında değişebildiğini ve uygulama desenlerinin sahadaki başarı düzeyini etkileyebileceğini göstermektedir.

Genel olarak, her iki deneme birlikte değerlendirildiğinde *B. cinerea* 2B2 izolatının farklı fungusitlere karşı değişken yanıtlar sergilediği, bu yanıtların hem uygulama dozları hem de fenotiplerde farklılık gösterebildiği sonucuna varılmaktadır. Bu bulgular, fungusit seçimi ve uygulama programlarının belirlenmesinde yalnızca kimyasal grubun değil, aynı zamanda popülasyon içi fenotipik çeşitliliğin de dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Arazi koşullarında gerçekleştirilen biyolojik mücadele denemelerinde en yüksek etkinlik *Trichoderma harzianum* Rifai KRL AG-2 preparatında gözlenmiştir. Bu sonuç, *Trichoderma* türlerinin *B. cinerea*'ya karşı mikoparazitizm, antibiyozis ve rekabet mekanizmalarıyla etkili olduğunu bildiren Elad ve Freeman (2002) ile Soylu vd. (2010)'un çalışmalarıyla paraleldir. *Pythium oligandrum*'un da yüksek düzeyde etkinlik göstermesi, biyolojik kontrol ajanlarının özellikle düşük sıcaklık ve yüksek nem koşullarında kimyasal içerikli fungusitlere alternatif olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Buna karşın *Bacillus subtilis* ve

Pseudomonas fluorescens preparatlarının sınırlı etkinliği, bu ajanların saha koşullarında *B. cinerea* etmeni ile rekabet gücünün düşük olabileceğini düşündürmektedir.

Beauveria bassiana Sc1, *B. bassiana* Sc2 ve *B. bassiana* Sc3 preparatlarının uygulandığı çotanaklarda ise *B. bassiana*, *B. cinerea*'nın mücadelesinde %58,34 - %33,34 oranında başarı sağlamıştır. Bu sonuçlar Demirer (2023)'in patates bitkilerinde *B. bassiana*'nın endofitik kolonizasyonunun *Phytophthora infestans*' a karşı çeşitli savunma reaksiyonları gösterdiğini belirten çalışması ile paralellik göstermektedir (Demirer, 2023).

Biyolojik mücadele denemelerinde *B. cinerea* 2B2 izolatına karşı en yüksek etkinlik *T. harzianum* Rifai KRL AG-2 uygulamasında gözlenmiş ve hastalık gelişimi tamamen önlenmiştir. Bu bulgu, *Trichoderma* türlerinin *B. cinerea* üzerinde yüksek düzeyde baskılama sağlayabildiğini bildiren önceki çalışmalarla uyumludur (Elad ve Freeman, 2002; Soylu vd., 2010). Bu farklılık, biyolojik kontrol ajanlarının etkinliğinin tür, çevresel koşullar ve patojenle rekabet kapasitesine bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. Özellikle yüksek etkinlik gösteren *T. harzianum* ve *P. oligandrum* uygulamaları, kimyasal fungusitlerin yoğun kullanıldığı üretim sistemlerinde çevre dostu alternatifler olarak değerlendirilebilirken, düşük etki gösteren bakteriyel ve entomopatojen türlerin ise uygulama koşullarının optimize edilmesi, karışım kullanımı veya farklı formülasyonların geliştirilmesi ile etkinliğinin artırılabilirliği düşünülmektedir. Bu sonuçlar, biyolojik mücadele ajanlarının tek başına değil, entegre hastalık yönetimi stratejileri içerisinde konumlandırılmasının daha etkili olacağına işaret etmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular *B. cinerea* 2B2 izolatının farklı fungusitlere ve biyolojik ajanlara karşı değişken yanıt profilleri sergilediğini göstermekte, özellikle tebuconazole, cyprodinil ve thiophanate-methyl uygulamalarının düşük dozlarda dahi belirgin gelişim baskılanması sağladığını ortaya koymaktadır. Biyolojik mücadele sonuçlarında *T. harzianum* ve *P. oligandrum*'un yüksek etki göstermesi, kimyasal uygulamalara alternatif veya tamamlayıcı seçenekler sunarak üretim sistemlerinde çevre dostu stratejilerin uygulanabilirliğini desteklemektedir. Tüm veriler birlikte ele alındığında, hastalık yönetiminin yalnızca tek bir kimyasal grubuna dayandırılmasının sürdürülebilir olmadığı; bunun yerine farklı etki gruplarının dönüşümlü kullanımı, biyolojik ajanların üretim sistemine entegrasyonu ve bölgesel popülasyon dinamiklerinin

düzenli olarak izlenmesi gibi çok bileşenli yaklaşımların uygulanmasının daha uygun olacağı anlaşılmaktadır. Bu yaklaşım, hem verim ve kalite kayıplarını azaltmada hem de uzun vadede etkinlik kaybı riskini minimize etmede stratejik önem taşımaktadır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Fındık, Türkiye tarım ekonomisinin stratejik ürünlerinden biri olup, hem üretim hacmi hem de ihracat getirisi bakımından ülkenin en temel ekonomik kaynakları arasında yer almaktadır. Dünya fındık üretiminin yaklaşık %70'inin Türkiye tarafından karşılanması, ürünün küresel pazardaki belirleyici rolünü ortaya koyarken, Karadeniz kuşağının ekolojik uygunluğu, fındığın bölgesel kalkınmada kritik bir lokomotif ürün haline gelmesini sağlamaktadır. Düzce ili, Türkiye'nin beşinci büyük fındık üretim merkezi olarak hem ulusal rekolteye hem de kırsal ekonomiye yüksek düzeyde katkı sunmaktadır. Bu bağlamda, fındığın sürdürülebilir üretimi ve hastalıklardan kaynaklanan kayıpların minimize edilmesi, yalnızca tarımsal verimlilik açısından değil, aynı zamanda ihracat gelirleri, istihdam, üretici refahı ve kırsal ekonominin sürekliliği açısından da stratejik bir gereklilik taşımaktadır.

Bu tez çalışması, fındık üretiminde giderek artan bir tehdit oluşturan *Botrytis cinerea* kaynaklı yanıklık hastalığının bölgedeki varlığını, yaygınlık düzeyini, bu hastalık etmenine karşı uygulanabilecek kimyasal ve biyolojik mücadele seçeneklerini çok yönlü bir yaklaşımla ortaya koyarak, fındığın sürdürülebilir üretimine doğrudan katkı sağlayan bilimsel bir zemin oluşturmayı amaçlamıştır. Çalışmanın bulguları, Düzce ili özelinde yürütülen mücadele stratejilerinin hem güncellenmesi hem de geniş ölçekli üretim planlamasıyla bütünlleştirilmesi gereken kritik eşikleri göstermekte, fındıkta verim kayıplarını azaltmaya yönelik karar mekanizmaları için bilimsel bir referans görevi görmektedir.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen survey çalışmaları, incelenen 166 bahçenin %43,37'sinde *B. cinerea* ile bulaşık olduğunun tespit edilmesiyle, etmenin Düzce ilinde geniş bir yayılma alanı bulunduğunu güçlü biçimde ortaya koymuştur. Akçakoca ve Merkez ilçelerinin *B. cinerea* ile daha yüksek oranda bulaşık olması, yüksek nispi nem, bakımsızlık sebepli gölgeli bahçe yapısı, yoğun bitki örtüsü gibi faktörlerin hastalığın gelişiminde belirleyici rol oynadığı düşünülmektedir. Hastalıklı örneklerden elde edilen 163 izolattan 72 adedinin *B. cinerea* olarak tanılanması, etmenin bölgede baskın konumda olduğunu desteklemektedir. Aynı zamanda *Diaporthe* sp., *Neopestalotiopsis* sp., *Nigrospora*

sp. ve *Fusarium* sp. gibi *B. cinerea*'ya eşlik eden patojenlerin mevcudiyeti, fındıkta çoklu enfeksiyon yapılarının göz ardı edilmemesi gerektiğini göstermektedir.

Patojenisite denemeleri, *B. cinerea* izolatları arasında belirgin düzeyde duyarlılık farklılıkları olduğunu ve özellikle 2B2 izolatının yüksek virülens düzeyiyle ön plana çıktığını ortaya koymuştur. Çotanak, yaprak ve züruf dokularında gerçekleştirilen patojenisite testleri, etmenin fındığın tüm hassas dokularında enfeksiyon oluşturma kapasitesine sahip olduğunu göstermiş, çotanak ve zürufun, daha yüksek doku nemi ve yüzey yapısı nedeniyle enfeksiyon açısından daha kırılğan olduğunu doğrulamıştır. Çeşit reaksiyon testlerinde ise Kara fındık, Sarı fındık ve Giresun yağlısı çeşitleri arasında Kara fındığın *B. cinerea*'ya karşı daha duyarlı olduğu ortaya konmuştur.

Kimyasal ilaç denemelerinde, tebuconazole, cyprodinil ve thiophanate-methyl etkili maddelerinin düşük konsantrasyonlarda dahi *B. cinerea*'ya karşı yüksek etki gösterdiği, buna karşın captan etkili maddesinin orta düzeyde, azoxystrobin etkili maddesinin ise daha sınırlı düzeyde etkinlik gösterdiği ortaya konmuştur. EC₅₀ değerleri, özellikle triazol ve benzimidazol gruplarının bölgesel mücadelede kritik rol oynadığını göstermektedir. Spor çimlenmesi üzerindeki inhibitör etkiler de bu sonuçları desteklemiş olup, tebuconazole ve thiophanate-methyl etkili maddeleri spor çimlenmesini en güçlü şekilde baskılayan fungisitler olmuştur. Duyarlılık azalışı çalışmalarında ise, bazı etkili maddelere karşı, fenotiplerin geçici adaptasyonu gözlenmiş olsa da stabil ve kalıcı bir duyarlılık azalışı oluşmadığı belirlenmiştir.

Biyolojik mücadele uygulamaları sonucunda, hastalık yüzdeleri sıralaması *T. harzianum* (%0), *P. oligandrum* (%8,33), *B. bassiana* izolatları (%41–66,66), *B. subtilis* (%58,33) ve *P. fluorescens* (%83,33) şeklinde tespit edilmiştir. *T. harzianum*, biyolojik mücadele ajanları arasında hastalığı en fazla baskılayan etmen olmuştur. Biyolojik ajanların etkinliği çevresel faktörlere duyarlı olsa da, doğru zamanlama ve uygun formülasyon seçenekleri ile kimyasal mücadeleye güçlü bir alternatif veya tamamlayıcı yaklaşım sunabileceği anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak, bu tez çalışması *B. cinerea*'nın Düzce ili fındık üretim alanlarında hem yaygın hem de yüksek agresiflikte popülasyonlara sahip olduğunu ortaya koymuş, kimyasal ve biyolojik mücadele stratejilerini karşılaştırmalı biçimde belirlemiştir. Bulgular, bölgede geleneksel üretim modelinde uygulanan bitki koruma yaklaşımlarının tek başına yeterli olmadığını, entegre mücadele

yöntemlerinin yeniden planlanması gerektiğini göstermektedir. Özellikle iklim değişikliği kaynaklı nem ve sıcaklık dalgalanmalarının, etmenin epidemiyaratabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu kapsamlı değerlendirmeler ışığında, *B. cinerea*'nın neden olduğu verim kayıplarının azaltılabilmesi için üreticilerin, üniversitelerin, kamu kurum ve kuruluşlarının ortak bir yaklaşım geliştirmesi, bölgesel ölçekte sürdürülebilir, bilimsel ve ekonomik temelli bir hastalık yönetimi yapısının kurulması gerekliliği ortaya konmuştur.

Araştırmada ortaya konulan bulgular, öncelikle kültürel önlemler, fındık bahçelerinde hastalığın başlamasını ve ilerlemesini sınırlayan temel basamak olduğunu göstermektedir. Fındık bahçelerinde hava sirkülasyonunun artırılması, yoğun taç yapısının seyreltilmesi, gölgeli ve nem tutan alanların azaltılması, enfekteli bitki ve meyve artıkları ile zürufların uzaklaştırılması gibi uygulamalar, *B. cinerea* kaynaklı inokulumun azalmasına doğrudan katkı sağlayacaktır. Bu tür kültürel uygulamaların düzenli ve tekniğine uygun biçimde yürütülmesi, kimyasal mücadele ihtiyacını da önemli ölçüde azaltacaktır.

Kimyasal mücadele açısından bakıldığında, bu çalışmada yüksek etkinlik gösteren tebuconazole, cyprodinil ve thiophanate-methyl gibi etkili maddelerin üretim bölgelerinde planlı ve rotasyon ilkesine dayalı olarak kullanılması önem taşımaktadır.

Biyolojik mücadele etmenlerinin üretim sistemine entegre edilmesi de hastalık yönetiminde önemli bir potansiyel sunmaktadır. *Trichoderma harzianum*, *B. bassiana* ve *B. subtilis* gibi biyolojik ajanların koruyucu uygulamalarla desteklenmesi, kimyasal mücadeleye alternatif bir koruma mekanizması oluşturabilir. Ayrıca biyolojik preparatların kimyasal ürünlerle dengeli bir biçimde, birlikte kullanıldığı hibrit mücadele stratejileri, hem direnç gelişimini sınırlayacak hem de kimyasal yükü azaltarak tarımsal sürdürülebilirliğe katkı sağlayacaktır.

Çeşit seçiminin hastalık yönetimindeki sınırlı rolü dikkate alındığında, uzun vadede *B. cinerea*'ya karşı tolerans düzeyi yüksek yeni genotiplerin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Mevcut çeşitlerin benzer duyarlılık seviyeleri göstermesi, ıslah çalışmalarında bu patojene yönelik direnç faktörlerinin daha sistematik şekilde ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda genotip/çevre etkileşimini değerlendiren çok yıllık adaptasyon çalışmalarının yürütülmesi, bölgesel üretim stratejilerinin daha sağlam temellerle oluşturulmasına katkı sunacaktır.

Hastalık yönetiminin başarısı yalnızca teknik uygulamalara değil, aynı zamanda üretici farkındalığının artırılmasına da bağlıdır. Bu nedenle üreticilerin hastalığın erken belirtilerini tanınması, uygun fungusit seçimi ve uygulama zamanlaması, biyolojik ajanların doğru kullanımı, bahçe hijyeni ve budama pratikleri gibi konularda düzenli eğitim programlarına dahil edilmesi önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, *B. cinerea*'nın neden olduğu verim kayıplarının azaltılabilmesi için bölgesel düzeyde bütüncül, bilimsel temelli ve sürdürülebilir bir yönetim yaklaşımının benimsenmesi gerekmektedir. Kültürel, kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemlerinin birbirini tamamlayacak şekilde kullanıldığı, üreticinin bu konularda desteklendiği ve iklim koşullarına bağlı risklerin sürekli izlendiği bir hastalık yönetim modeli Düzce ili, fındık üretiminin sürdürülebilirliği için kritik öneme sahiptir.

KAYNAKLAR

- Abata L. K, Izquierdo A.R., Viera W., Flores F.J. (2016) First report of *Botrytis* rot caused by *Botrytis cinerea* on Peach in Ecuador. *Plant Pathology* 98(3): s. 677–697.
- Akça, A., Tozlu, E. (2022). Investigation of the Biocontrol Effectiveness of Some Bacterial Strains on Eggplant Gray Mold Disease (*Botrytis cinerea*) in in vitro and in vivo conditions. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(5), s. 1098-1108. <https://doi.org/10.18016/ksutarindoga.vi.953977>
- Altın, N., (2017). Düzce İli Fındık Bahçelerinde Külleme Hastalığının Bulunma Oranı, Hastalık Şiddeti ve Yaygınlığının Belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni* 57(2), 113-122. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.322374>
- Anonoyms (1988). SAS/STAS; User's Guide Version 6.Fourth Edn., Vol.2. SAS Institute Inc. Cary, N.C. USA.
- Avenot, H. F., Quattrini, J., Puckett, R., Michailides, T. J. (2018). Different Levels of Resistance to Cyprodinil and İprodione and Lack of Fludioxonil Resistance in *Botrytis cinerea* Isolates Collected from Pistachio, Grape, and Pomegranate Fields in California. *Crop Protection*, 112, 274-281. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.06.005>
- Balık, H. İ., ve Arif, T. M. (2023). Fındıkta Tozlanma ve Döllenme Konusunda Son Gelişmeler. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 4(2), s. 84-98.
- Barra-Bucarei, L., France Iglesias, A., Gerding González, M., Silva Aguayo, G., Carrasco-Fernández, J., Castro, J. F., Ortiz Campos, J. (2019). Antifungal activity of *Beauveria bassiana* Endophyte Against *Botrytis cinerea* in two Solanaceae crops. *Microorganisms*, 8(1), 65. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8010065>
- Bars, T., (2020). Fındık Ürün Raporu 2020, *Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü*. Yayın no: 326, ISBN: 978-605-7599-54-4.
- Belisario A, Santori A. (2009). Gray Necrosis of Hazelnut Fruit: A Fungal Disease Causing Fruit Drop. *Acta Hort.* (ISHS) 845, 501-506.
- Benlioğlu S., (1991). *Domateslerde Erken Yanıklık Hastalığı (Alternaria solani (Ellis, Martin) Soraure) ile Kimyasal Savaşım Olanakları Üzerinde Araştırmalar*. [Doktora Tezi, Ege Üniversitesi] YÖK Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr>
- Bilu, A., David, D. R., Dag, A., Shafir, S., Abu-Toamy, M., Elad, Y. (2004). Using Honeybees to Deliver a Biocontrol Agent for the Control of Strawberry *Botrytis cinerea* Fruit Rots. *S. Michele all'Adige, Italy*, 27(8), s. 17-21.
- Bora, T. ve Karaca, İ. (1970). Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. Ege Üniversitesi Yardımcı Ders Kitabı Yayın No: 167, E.Ü. Mat., ss. 43, Bornova, İzmir.
- Bora T., Özaktan H., (1998). Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fitopatoloji Anabilim Dalı, İzmir. ss. 126-127.
- Boratyn, G. M., Camacho, C., Cooper, P.S., Coulouris, G., Fong, A., Ma, N., Madden, T.L., Matten, W.T., Mc Ginnis, S.D., Merezhuik, Y., Raytselis, Y., Sayers, E.W., Tao, T., Ye, J., Zaretskaya, I. (2013). BLAST: A More Efficient Report with Usability Improvements. *Nucleic Acids Research*, 41(W1), 29-33.
- Brumer, B. B., Lopes-Caitar, V. S., Chicowski, A. S., Beloti, J. D., Castanho, F. M., Gregório da Silva, D. C., Carvalho, S., Lopes, I. O. N., Soares, R. M., Seixas, C. D. S., Abdelnoor, R. V., Marcelino-Guimarães, F. C. (2018). Morphological and molecular characterization of *Diaporthe* (anamorph Phomopsis) complex and pathogenicity of *Diaporthe aspalathi* isolates causing stem canker in soybean. *European Journal of Plant Pathology*, 151(4), 1009-1025.

- Burçak A. A., Delen N. (2000). Bağlardan İzole Edilen Kurşuni Küf (*Botrytis cinerea* Pers.) İzolatlarının Bazı Fungisitlere Duyarlılıkları Üzerinde Araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni* 40(3-4), s. 153-167
- Carbone, I., Kohn, L. M. (1999). A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous *Ascomycetes*. *Mycologia*, 91(3), 553-556.
- Chang, Y., Lin, X., Sui, J., Li, Q., Zhao, Y., Sui, L., Zhang, Z. (2025). Endophytic *Beauveria* spp. Enhance Tomato Growth and Resistance to *Botrytis cinerea* via Transcriptomic Regulation. *Journal of Fungi*, 11(11), 799. <https://doi.org/10.3390/jof11110799>
- Delen, N., Yıldız, M., Benlioğlu, S. (1988). *Botrytis cinerea* izolatlarının captan ve dichlofluanid'e duyarlılıkları üzerinde çalışmalar. *Doğa Tarım ve Ormancılık Dergisi*, TÜBİTAK, 12(3) 348-357.
- Demirer B., (2023). *Patates'te Phytophthora infestans'ın Kontrolünde Beauveria Bassiana'nın Endofitik Kolonizasyonunun Etkinliği*. [Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi] YÖK Tez Merkezi <https://tez.yok.gov.tr>
- Edwards, S. G., Seddon, B., (2001). Selective media for the specific isolation and enumeration of *Botrytis cinerea* conidia. *Letters in Applied Microbiology* 2001, 32, 63-66.
- Elad, Y., Freeman, S. (2002). Biological control of fungal plant pathogens. In *Agricultural applications*, s. 93-109. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Elad, Y., Stewart, A., (2004). Microbial control of *Botrytis* spp. *Botrytis: Biology and control*. Kluwer Academic Publishers London, s. 223-236.
- Ellis M.B.(1971). *Dematiaceous Hyphomycetes*, Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- Gálvez L, Gil-Serna J, García M, Iglesias C, Palmero D. (2016). *Stemphylium* leaf blight of garlic (*Allium sativum*) in Spain: taxonomy and in vitro fungicide response. *Plant Pathol J.* 32, 388-395.
- Guerrero, J. C., Pérez, S. F., Ferrada, E. Q., Cona, L. Q., Bensch, E. T. (2014). Phytopathogens of hazelnut (*Corylus avellana* L.) in southern Chile. *Acta Horti*, 1052, 269-274.
- Heo, A. Y., Seo, S. T., Park, K. H. (2025). First Report of Gray Mold Caused by *Botrytis cinerea* on Hazelnut (*Corylus heterophylla*) in South Korea. *Plant Disease*, (ja). <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-25-1450-PDN>
- Holliday P. (1989). *A Dictionary of Plant Pathology*. Cambridge University Press. Cambridge, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney. Jarvis W.R. 1977. *Botryotinia* and *Botrytis* species: Taxonomy, Physiology and Pathogenicity, A Guide to the Literature. Monograph No. 15, Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada.
- İlhan, K. (2009). *Çilekte kurşuni küf (Botrytis cinerea pers: ex. fr.) hastalığına karşı bakteriyel antagonistlerin saptanması, etkilerinin belirlenmesi ve populasyon dinamiklerinin izlenmesi* [Doktora Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi <https://tez.yok.gov.tr>
- Jailloux, F., Doussaud, G. (2000). Anthracnose of hazelnut: *Gloeosporium coryli* (Desm.) Sacc. Fungal biology and in vitro effect of fungicides on spore germination and mycelium growth.
- Jarvis, W.R. (1977). *Botryotinia* and *Botrytis* species: Taxonomy, Physiology and Pathogenicity Guide to the Literature, Monograph No. 15, Canada Department of Agriculture, 195 s., Ottawa, Canada.
- Karadeniz T., Bostan S. Z., Tuncer C., Tarakçıoğlu C. (2008) *Fındık Yetiştiriciliği Kitabı*.

- Karahan A., Altundağ Ş., Duran H., Kılınç A. O. (2013). Karadeniz Bölgesinde Fındık Bakteriyel Yanıklığı [*Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*] hastalığının yaygınlığı üzerine araştırmalar, *Bitki Koruma Bülteni*, 53(3), 159-174.
- Kim, J. O., Shin, J. H., Gumilang, A., Chung, K., Choi, K. Y., Kim, K. S. (2016). Effectiveness of different classes of fungicides on *Botrytis cinerea* causing gray mold on fruit and vegetables. *The plant pathology journal*, 32(6), 570.
- Koycu, N. D. (2018). Sensitivity stability and fitness of *Botrytis cinerea* isolates to captan. *African Journal of Agricultural Research*, 13(43), 2443-2488.
- Kutlutürk, G. Z. (2019). Türkiye’de yetişen Fındık (*Corylus avellana* L.) Çeşitlerinde Antikanser Taksanların Analizi [Yüksek Lisans Tezi]. YÖK Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr>
- León, M., Berbegal, M., Rodríguez-Reina, J. M., Elena, G., Abad-Campos, P., Ramón-Albalat, A., Armengol, J. (2020). Identification and characterization of *Diaporthe* spp. associated with twig cankers and shoot blight of almonds in Spain. *Agronomy*, 10(8), 1062.
- Leroux, P., Fritz, R., Debieu, D., Albertini, C., Lanen, C., Bach, J., Chapeland, F. (2002). Mechanisms of resistance to fungicides in field strains of *Botrytis cinerea*. *Pest Management Science*, 58(9), 876-888. <https://doi.org/10.1002/ps.566>
- Martinko, K., Mihovilović, A. (2024). Antifungal effect of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* on the phytopathogenic fungi *Botrytis cinerea*. *Journal of Central European Agriculture*, 25(4), 1005-1013.
- Morca A. U., Teksür P. K., Egerci Y., (2021). Morphological and phylogenetic identification of *Botrytis cinerea* causing blossom blight and fruit rot of sweet cherries in Aegean region, Turkey. *Journal of Plant Diseases and Protection*.
- Pscheidt, J. W., Heckert, S., Cluskey, S. A. (2017). Evaluation of quinone outside and succinate dehydrogenase inhibitors for effectiveness against eastern filbert blight of hazelnut. *Plant disease*, 101(11), 1868-1873. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-17-0224-RE>
- Santori A, Vitale S, Luongo L, Belisario A. (2010). First Report of *Fusarium lateritium* as the Agent of Nut Gray Necrosis on Hazelnut in Italy. *Plant Dis.*, 94(4), 484.
- Sezer A., (2012). *Ordu, Giresun ve Trabzon illerinde fındıkta meyve ve çotanak hastalıklarına neden olan fungal etmenlerin ve çeşit reaksiyonlarının belirlenmesi*. [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi] YÖK Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr>
- Sezer A. ve Dolar F. S. (2012). Ordu, Giresun ve Trabzon İlleri Fındık Üretim Alanlarında Çotanaklarda Hastalık Oluşturan *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.’nın Yaygınlığı ve Bazı Çeşitlerin Etmene Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi, *Bitki Koruma Bülteni*, 52(1): 93-110.
- Sezer A. ve Dolar F.S., (2015). Determination of *Pestalotiopsis* sp. causing disease on fruit clusters in hazelnut growing areas of Ordu, Giresun and Trabzon provinces in Turkey. *Agriculture and Forestry*, Vol. 61 Issue 1: 183-188, 2015, Podgorica.
- Sezer, A., (2019). 6 th International Conference on Sustainable Agriculture and Environment October 3-5, Konya, Türkiye. Proceeding book, s. 1-5.
- Shao, W., Zhao, Y., Ma, Z. (2021). Advances in understanding fungicide resistance in *Botrytis cinerea* in China. *Phytopathology*, 111(3), 455-463.
- Sui, L., Lu, Y., Zhu, H., Wan, T., Li, Q., Zhang, Z. (2022). Endophytic blastospores of *Beauveria bassiana* provide high resistance against plant disease caused by *Botrytis cinerea*. *Fungal biology*, 126(8), 528-533.
- Sun, J., Xie, M., Hao, J., Mao, N., Chen, L., Qin, Y. (2022). Identification of a new Hazelnut disease in Liaoning Province: Hazelnut husk brown rot. *Biocell*, 46(9), 2145.

- Sun, W., Huang, S., Xia, J., Zhang, X., Li, Z. (2021). Morphological and molecular identification of *Diaporthe* species in south-western China, with description of eight new species. *MycoKeys*, 77, 65. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.77.59852>
- Sun, J., Zhang, X., Zheng, J., Liu, G., Chen, L. (2023). Importance of cell wall permeability and cell wall degrading enzymes during infection of *Botrytis cinerea* in hazelnut. *Forests*, 14(3), 565.
- Sun, J., Lu, L., Liu, J., Cui, Y., Liu, H., Zhang, Y., Yang, W. (2024). Metabolomics and WGCNA Analyses Reveal the Underlying Mechanisms of Resistance to *Botrytis cinerea* in Hazelnut. *Genes*, 16(1), 2.
- Tamura, K., Stecher, G., Kumar, S. (2021). MEGA11: molecular evolutionary genetics analysis version 11. *Molecular biology and evolution*, 38(7), 3022-3027.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, (2024). Erişim tarihi, 20 Ocak 2025
<https://bku.tarimorman.gov.tr/Zararli/Details/1252?csrt=2948556579942134>
- Tekiner, N., Tozlu, E., Kotan, R., Dadaşoğlu, F. (2020). Biological control of *Botrytis cinerea* and *Alternaria alternata* with bioagent bacteria and fungi under in vitro conditions. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(1).
- TMO. (2017). 2016 Yılı Fındık Sektör Raporu. Erişim tarihi 5 Aralık 2025, <https://www.tmo.gov.tr>
- TMO, (2020). Ticaret Bakanlığı Esnaf, Sanatkarlar ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 2019 Yılı Fındık Raporu. <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/findik2019.pdf>
- Townsend, G.K., Heuberger, J.W. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Reporter*, 27(17), 340-343.
- Törün, B., (2018). *Aydın ve Mersin illerinden toplanan çileklerde Botrytis cinerea popülasyonlarındaki transpozon sıklığı ve fungusit dirençliliği*. [Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi] YÖK Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr>
- TÜİK. (2024). Fındık Üretim Verileri. Erişim tarihi 6 Ekim 2025, www.tuik.gov.tr
- Yürüt, H.A. ve Erkal Ü. (1994). Bolu ve Zonguldak illeri Fındık Bahçelerinde Çotanak Çürümeleri (*Monilia coryli*, *Botrytis* spp.)'ne Karşı Mücadele Yöntemleri Üzerinde Araştırmalar. 1994 Yılı Gelişme Raporu (basılmamış). Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Yürüt, H.A., Erkal, Ü. ve Gürer, M. (1994). Hazelnut Diseases in Bolu, Düzce and Bartın. 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Kuşadası, Aydın, Türkiye: *Turkish Phytopathological Society Publications* No: 7, ss. 417-419.
- Waqas, M., Guarnaccia, V., Bardella, S., Spadaro, D. (2024). Molecular Characterization and Pathogenicity of *Diaporthe* Species Causing Nut Rot of Hazelnut in Italy. *Plant Disease*, 108(4), 1005-1013.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S. J. W. T., Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *PCR protocols: a guide to methods and applications*, 18(1), 315-322.